Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

STANFORD UNIVERSITY
AUG
LIBRARY
193

Untersuchungen über die bakteriziden Eigenschaften der Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure und ihre Verwendung als Konservierungsmittel für Fleisch.

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität

zu Giessen

Vorgelegt von

Otto Lind
Tierarzt aus Echzell.

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert . Gießen . Ederstrasse 3

Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Untersuchungen über die bakteriziden Eigenschaften der Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure und ihre Verwendung als Konservierungsmittel für Fleisch.

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität

zu Giessen

Vorgelegt von

Otto Lind
Tierarzt aus Echzell.

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert . Gießen . Ederstrasse 3

Gedruckt mit Genehmigung
der veterinär-medizinischen Fakultät zu Gießen.

Referenten: Professor Dr. Standfuß
Professor Dr. Krause

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Einleitung 5

B. Schrifttum 6
1. Milchsäure 6
a) Therapeutische Anwendung 6
b) Desinfizierende Wirkung 6
c) Konservierende Wirkung 6
2. Essigsäure 7
a) Therapeutische Anwendung 7
b) Desinfizierende Wirkung 8
c) Konservierende Wirkung 8
3. Salzsäure 8
a) Therapeutische Anwendung 8
b) Desinfizierende Wirkung 8
c) Konservierende Wirkung 9

C Eigene Untersuchungen 10
I. Testbakterien 10
II. Nährböden 11
III. Allg. Versuchsanordnung 11
IV. Vorversuche 12
1. Untersuchungen mit Milchsäure 13
a) Abtötungsversuche 13
b) Hemmungsversuch 15
c) Versuche mit milchsaurem Silber und Milchsäure . . 16
d) Versuche mit Kaliumpermanganat und Milchsäure . 19
2. Untersuchungen mit Essigsäure 20
a) Abtötungsversuche 20
b) Hemmungsversuch 22
c) Versuche mit Kaliumpermanganat und Essigsäure . 22
3. Untersuchungen mit Salzsäure 24
a) Abtötungsversuche 24
b) Hemmungsversuch 25
4. Untersuchungen mit Milchsäure und Essigsäure 1:1 . 26
a) Abtötungsversuche 26
b) Hemmungsversuch 27
c) Versuche mit Kochsalz bezw. Nitritpökelsalz und Salzsäure 28

D. Konservierungsversuche 32
a) Material 32
b) Versuchsanordnung 32
1. Milchsäure als Konservierungsmittel 33
2. Essigsäure als Konservierungsmittel 36
3. Milchsäure und Essigsäure 1:1 als Konservierungsmittel 37
4. Milchsäure und milchsaures Silber als Konservierungsmittel 38
5. Salzsäure und Kochsalz bezw. Nitritpökelsalz als Konservierungsmittel 41
E. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse 48
1. Über die bakterizide Wirkung der Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure 48
2. Über die konservierenden Eigenschaften der Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure 49
F. Schlußsätze 51
Literaturverzeichnis 53

Einleitung.

Nach statistischen Erhebungen und nach den in der Literatur niedergelegten Erfahrungstatsachen gehen jährlich große Mengen der von Tieren stammenden Nahrungsmittel durch Verderbnis verloren. Da die Erhaltung volkswirtschaftlicher Werte im Sinne der Erzeugungsschlacht und des Vierjahresplanes mehr denn je in den Vordergrund des allgemeinen Interesses gerückt ist, ist die Suche nach geeigneten Konservierungsmitteln verständlich. Bei der Konservierung des Fleisches geht das Bestreben dahin, das Fleisch bei längerer Lagerung vor dem Verderben zu schützen und als einwandfreies Nahrungsmittel zu erhalten. Da aber bei der Reifung die sich in dem Fleische abspielenden nichtbakteriellen autolytischen Prozesse nicht lange für sich allein bestehen bleiben, sondern bald von bakteriellen Prozessen begleitet und von letzteren abgeändert werden, ist die Konservierung des Fleisches praktisch fast gleichbedeutend mit der Verhütung mikrobieller Zersetzung, ganz besonders durch Fäulnis. Das Wesen der Konservierungsmethoden liegt somit in der Fernhaltung oder Beseitigung der Grundbedingungen für die Entwicklung und Vermehrung der ubiquitären Fäulnisbakterien. Neben den seither angewandten Methoden wie Pökeln, Räuchern, Kühlen, Sterilisieren durch hohe Hitzegrade, Einlegen in Kochsalz, Salpeter, Essig und Zuckerlösungen sind bereits viele antiseptisch wirkende Mittel zur Erhöhung der Haltbarkeit des Fleisches herangezogen worden. Die große Zahl der bereits angewandten chemischen Mittel beweist, daß durch keins von ihnen der beabsichtigte Zweck in idealer Weise erreicht wird. Zahlreiche Gefahren können aber auch der menschlichen Gesundheit durch solche Mittel drohen. Eine große Gefahr z. B. bedeuten die Mittel, welche dem Fleisch eine schöne rote Farbe verleihen und hierdurch Genußtauglichkeit vortäuschen, während die bakterielle Zersetzung weiterschreitet und das Fleisch in Wirklichkeit verdorben ist. Die meisten Konserivierungsmittel in geringen Mengen zugesetzt, vermögen nicht auf die Dauer die Fäulnis des Fleisches zu unterdrücken. Durch Zusatz größerer Mengen wird der Käufer, abgesehen von der Gesundheitsschädlichkeit, durch Veränderungen des Geruchs, Geschmackes, Aussehens und der Struktur vom Genusse abgehalten. Hohe bakterizide Wirkung, verbunden mit nicht unangenehmem Geschmack, Geruch, Verfärbung und sonstigen Veränderungen des konservierten Fleisches bei größtmöglicher Einfachheit der Anwendung, Unschädlichkeit und Billigkeit sind die zu erstrebenden Eigenschaften, die von einem Konservierungsmittel gefordert werden müssen.

In der vorliegenden Arbeit habe ich auf Veranlassung von Herrn Dozent Dr. Keller die bakteriziden Eigenschaften der Milchsäure, Essigsäure, Salzsäure und einiger Kombinationen festgestellt und die Verwendbarkeit derselben zur Konservierung von Fleisch einer Prüfung unterzogen.

B. Schrifttum.

1. Milchsäure.

Milchsäure, Acidum lacticum, CH_3 CHOH COOH, findet sich in der sauren Molke, Sauerkraut, Buttermilch, Fleischflüssigkeit usw. Sie wird meist durch Vergärung von Zucker und zuckerähnlichen Stoffen durch Milchsäurebakterien hergestellt. Sie ist eine klare, farblose, ölige, ätzende, sirupöse, rein sauer schmeckende, hygroskopische Flüssigkeit, die sich in Wasser in jedem Verhältnis löst.

a) Therapeutische Anwendung.

Äußerlich dient Milchsäure zur Ätzung, namentlich tuberkulöser Geschwüre, da sie krankes Gewebe elektiv zerstört, zu Spülungen bei chronischer Endometritis und Scheidenkartarrh. Innerlich wird sie gegeben bei Dyspepsie als Stomachikum, Darmantiseptikum und Styptikum. Sie kommt auch normalerweise im Magen und Darm vor und scheint ähnlich auf die Pepsinverdauung zu wirken wie die Salzsäure. Vielleicht läßt sich nach Fröhner (6) die nicht zu bezweifelnde Heilwirkung des früher zu Wundverbänden benutzten Sauerkohls zum Teil auf seinen Gehalt an Milchsäure zurückführen. Sokolowski (27) hat jahrelang Milchsäure an Tiere als Beifutter verfüttert und festgestellt, daß die Freßlust und Lebensenergie der Tiere gehoben wird und, daß das Haarkleid der Säugetiere wie auch das Federkleid der Vögel günstig beeinflußt werden. Nach Bamberger (1) sollen auch Milchsäureeinspritzungen bei Meningokokkeninfektion wirksam sein.

b) Desinfizierende Wirkung.

Von Menge-Krönig (20) wurde die Milchsäure einer genaueren Prüfung auf ihren Desinfektionswert unterzogen. Nach ihnen tötet 2prozentige Milchsäurelösung Staphylokokken innerhalb 3 Stunden ab, 1prozentige innerhalb 6 Stunden und wirkt bei 0,5 % entwicklungshemmend. In 0,4 %iger Lösung wachsen nach Menge-Krönig (20) Staphylokokken, wenn auch kümmerlich. Nach Lübbert (18) tritt bei einem Milchsäuregehalt des Nährbodens von 0,23 % Wachstumshemmung ein. Glage (8) teilt ein Verfahren zur Abtötung der Finnen mit. Durch Einlegen des Fleisches in Essig oder Milchsäurelösungen könnten die Finnen in 3—4 kg schweren 10 cm dicken Fleischscheiben in einigen Tagen sicher unschädlich gemacht werden. Diese Säurebehandlung habe aber den Nachteil, daß das Fleisch zu große Veränderungen an Farbe, Geschmack und Struktur erleide. Nach Kolle-Kraus-Uhlenhuth (16) sollen Weilsche Spirochäten nach Zusatz von 1 % Milchsäure sofort unbeweglich und starr werden.

c) Konservierende Wirkung.

Schon seit alter Zeit ist das Einlegen von Fleisch in saure Milch gebräuchlich. Nach v. Ostertag (21) soll es den Zweck haben, die

Reife des Fleisches künstlich zu unterstützen. Nach den Untersuchungen van Oyens (22) ist zur Erreichung der Reife und Haltbarkeit des Fleisches anfangs eine bestimmte Menge Milchsäure absolut notwendig. Durch die saure Reaktion und die Anwesenheit der Milchsäuremoleküle wird die Entwicklung der Mikroorganismen gehemmt. Fleisch ohne diese Säure ist als minderwertig zu betrachten und wird erfahrungsgemäß eher der Zersetzung anheimfallen als gutes auf natürlichem Wege gesäuertes Fleisch.

Bei der Sauerfutterbereitung (Silage) spielt die Milchsäuregärung eine große Rolle. Denn durch sie wird die schädliche Essig-Buttersäuregärung unterdrückt. An dieser Stelle ist auch von Interesse, daß es z. B. bei dem Sauerkraut die in dem zerschnittenen eingesalzenen Kraut, das mit Wasser bedeckt wurde, sich vollziehende Milchsäuregärung ist, welche konservierend wirkt und namentlich Fäulnisbakterien nicht aufkommen läßt. Nach Fuhrmann (7) ist der Säuregehalt des guten Handelssauerkrautes schwankend und bewegt sich zwischen 0,2 und 1 % Milchsäure. Nach Grafe (9) kann man Eigelb, das durch Zusatz von indifferenten Säuren, wie Milchsäure oder Phosphorsäure, schwach sauer gemacht ist, bereits bei einem Zusatz von 5—6 % Kochsalz dauernd haltbar machen. Ebenso besteht nach Grafe eine Konservierungsmethode der Butter in der Beimischung einer Komposition von 90 Teilen Wasser, 2 Teilen Milchsäure und 1/500 Teilen Salizylsäure, durch welche die Butter auch in warmen Gegenden fast unbeschränkt haltbar wird. Die Milchsäure ist vielleicht geeignet, der Butter einen leicht säuerlichen Geschmack zu geben und dadurch die Verkäuflichkeit zu beschränken, was aber durch Auswaschen mit etwas Natriumbikarbonatlösung vermieden werden kann.

2. Essigsäure.

Essigsäure, Acidum aceticum, CH_3 COOH, bildet eine klare, farblose, stechend riechende, stark sauer reagierende, auch in starker Verdünnung sauer schmeckende, flüchtige Flüssigkeit, welche sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischt. Für die fabrikmäßige Herstellung der Essigsäure dient das bei der trockenen Destillation des Holzes gewonnene Destillat, das beträchtliche Mengen Essigsäure enthält, als Ausgangsmaterial.

a) Therapeutische Anwendung.

Äußerlich dient Essigsäure als Caustikum und verdünnt zu Waschungen. Auch antiparasitäre Wirkung kommt dem Essig zu, weshalb er gegen Läuse (auflösen der Kalkschlaen der Nisse) und Oxyuren (Klistier) benutzt wird. Innerlich gibt man Essigsäure bei abnormen Gärungen im Darm und Magen als Antiseptikum. Durch kleine Mengen Essigsäure wird der Stoffwechsel und damit die Innentemperatur herabgesetzt. Große Mengen verdünnte Essigsäure längere Zeit verabreicht, führen zur Ausbildung eines chronischen Magen- und Darmkartarrhs. Essig leistet auch infolge der eiweißkoagulierenden Wirkung der Säure gute Dienste als Hämostatikum.

b) Desinfizierende Wirkung.

Eine 0,11%ige Essigsäurelösung wirkt nach Lübbert (18) auf Staphylokokken wachstumshemmend. Nach Schern und Becker (24) wurden Bouillonkulturen des Bakterium enteritidis Gärtner nach Zusatz von Essig (6 Teile Eisessig + 94 Teile Wasser) in Mengen von 20 und 10 % nach 15- und 17½ Stunden abgetötet. Postmortal mit Gärtnerbakterien infiziertes Pferdefleisch erwies sich nach 24stündiger Einwirkung von Essig als keimfrei. Im intravital infizierten Kalbfleisch vorhandene Gärtnerbakterien waren durch 14- und 20 tägigen Behandlung mit Essig (6%) abgetötet worden. Wie Selbstversuche bewiesen, ist das Fleisch ohne Gesundheitsschädigung gegessen worden.

c) Konservierende Wirkung.

Unter der Bezeichnung Essig dient die Essigsäure als Genuß- und Konservierungsmittel. Die konseriverende Wirkung der Essigsäure findet z. B. Anwendung beim Beizen und Marinieren. Das Beizen wird weniger vorgenommen, um die Haltbarkeit des Fleisches zu steigern, als vielmehr, um ihm einen gewünschten Geschmack zu verleihen. Unter der Einwirkung des Essigs wird das Fleisch durch Auflockerung des Bindegewebes mürber. Bei dem Verfahren nach Emmerich (5) wird die keimtötende Wirkung der Essigsäure zur Frischerhaltung von Fleisch benutzt. Bei den möglichst sauber geschlachteten Tieren werden unter aseptischen Kautelen die Blutgefässe von den großen Gefäßen aus mit wässeriger Essigsäurelösung ausgespült und die Oberfläche des Fleisches mit Essigsäure besprüht. Die Aufbewahrung des so behandelten Fleisches hat folgendermaßen stattzufinden: Das Fleisch wird eingepackt in mit Glyzerin-Essigsäure durchtränkte Tücher und diese mit Kochsalz durchtränkten sterilisierten Sägespänen umhüllt. Das Verfahren, das sich nach Edelmann (4) nach sorgfältiger Ausführung durchaus bewährt hat, versagt in der großen Praxis wegen der häufigen Unzuverlässigkeit der das Verfahren anwendenden Personen.

3. Salzsäure.

Die Salzsäure, Acidum hydrochloricum, HCL, wird als Nebenprodukt bei der Sodafabrikation aus Schwefelsäure und Kochsalz gewonnen. Sie bildet eine klare, farblose, in der Wärme stechend riechende Flüssigkeit, die sich in Wasser in jedem Verhältnis löst.

a) Therapeutische Anwendung.

Äußerlich dient Salzsäure als Causticum. Innerlich steigert sie in kleinen Gaben die physiologische Verdauungskraft des Magensaftes und unterstützt in kleinen Mengen die Pepsinverdauung. Bei chronischen Verdauungsstörungen ist Salzsäure häufig angezeigt.

b) Desinfizierende Wirkung.

Wie alle organischen Säuren ist die Salzsäure ein Protoplasmagift. Als solchem kommen ihr antiseptische Eigenschaften zu. Nach

Kabrehl werden Staphylokokken durch 0,19 %ige Salzsäurelösungen in 50 Minuten abgetötet, aber nicht bei Gegenwart von Eiweißkörpern. Wesentlich stärker wirkt eine Lösung von Salzsäure (2 %) und Kochsalz (10 %). Durch Einlegen in eine solche Pickelflüssigkeit werden die Häute von Milzbrand- und Rauschbrandkadavern innerhalb 24 Stunden keimfrei gemacht.

c) Konservierende Wirkung.

Bei der Silagebereitung wird Salzsäure zur Abtötung der schädlichen Erdbakterien benutzt. Tallgren (29) beschreibt ein von ihm erfundenes Verfahren zur Konservierung von Fleisch und unterscheidet hiernach eine kurzzeitige und langzeitige Konservierung.

Er behandelt die Oberfläche des Fleisches mit Salzsäure in Verbindung mit Kochsalz, das die Säure unter die Oberfläche des Fleisches hineintreibt und somit eine saure Koagulationsschicht hervorbringt. Diese Koagulationsschicht sei undurchdringlich für die anaeroben Bakterien.

Rind- und Schweinefleisch wurde 3 Stunden lang mit Salzsäure-Kochsalzlösung behandelt und nachher bei maximalfeuchter Luft unter einer Glasglocke bei einer Temperatur von 18° C 4 Wochen lang aufbewahrt. Die Oberfläche des Fleisches war nach dieser Zeit mit Schimmel bedeckt, im Innern war das Fleisch nach Aussehen und Geruch noch frisch.

Tallgren empfiehlt folgende Mischung: 360 g Kochsalz auf 1000.0 Wasser und 40,0 Salzsäure (HCl = 1 Normal = 3.65 %). In dieser Säuresalzlösung wird das Fleisch 1½ bis 3 Stunden aufbewahrt und ¼ bis ½ stündlich gewendet. Nachher wird das Fleisch in einem trockenen Raume freischwebend aufgehängt, damit die Oberfläche trocknet. Nach 3 bis 4 Tagen ist das Fleisch mürbe, wenn der Raum eine Temparatur von etwa 18—20° C hat und kann dann in Wasser oder Sodawasser (1—2 gr. $NaHCO_3$ zu 1 Liter Wasser) 3 bis 4 Stunden zur Aufweichungen der äußeren Kruste eingelegt und hernach wie frisches Fleisch gekocht oder gebraten werden. Zum Schutze gegen Fliegen und Staub empfiehlt er, das Fleisch mit breiten Bändern zu umwickeln.

Für langzeitige Konservierung schlägt Tallgren (29) 2 Verfahren vor. Entweder behandelt man das Fleisch wie oben beschrieben und legt es nachher in Salzlake oder man konserviert es in Säure-Salzlake. Mit Salzsäure-Kochhsalzlösung vorbehandeltes Fleisch wurde 2 Jahre unter Lake gehalten bei etwa 18—20° C, dann in etwa 2 cm dicke Scheiben zerschnitten, mit Sodalösung neutralisiert und gekocht. Es hatte beinahe noch den Geschmack von frischem Fleisch.

Bei dem Verfahren nach Tallgren (29) bleibt die Salzsäure nicht frei, sondern geht Verbindungen mit dem Eiweiß ein, die sich zum größten Teil beim Auslaugen mit Wasser lösen und kann durch Behandlung mit Sodalösung vollständig in Kochsalz umgewandelt

werden. Abgesehen von den guten Konservierungseigenschaften ist die Salzsäure auch die billigste der in Frage stehenden Säuren.

In Finnland ist die Salzsäure auf die Bemühungen Tallgrens (29) hin zur Fleischkonservierung freigegeben worden und darf von jedermann verwendet werden.

C. Eigene Untersuchungen.

Bei den mannigfachen zur Anwendung kommenden Methoden für die Wertbestimmung von Desinfektionsmitteln ist es erklärlich, wenn verschiedene nicht miteinander übereinstimmende Resultate ermittelt werden. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist der Nährboden, auf den die Bakterien verimpft werden, seine Herstellung und Zusammensetzung. Weiterhin ist bei vergleichenden Desinfektionsversuchen zu beachten, daß alle Desinfektionslösungen in gleicher Weise hergestellt werden, und die gleiche Versuchstemparatur aufweisen. Denn hier können schon Unterschiede von wenigen Graden beachtenswerte Fehler im Resultat bedingen. Ferner sind auch die Resistenzschwankungen der einzelnen Bakterienstämme wohl zu berücksichtigen.

I. Die Testbakterien.

Für die nachfolgenden Untersuchungen werden als Testbakterien Staphylokokken gewählt, und zwar ein frisch aus einem Eiterungsprozeß beim Menschen herausgezüchteter Stamm des Staphylokokkus pyogenes aureus. Da die Resistenz der meisten pathogenen Keime, abgesehen von Tuberkelbakterien und den sporenbildenen Formen, geringer ist, als die der Staphylokokken, kann von der Benutzung mehrer Bakterienarten abgesehen werden. Gruber (10) hat darauf hingewiesen, daß selbst innerhalb eines und desselben Stammes, speziell bei Staphylokokken, Resistenzunterschiede vorkommen. Von Darany und Buzna (3) haben bei 30 Staphylokokkenstämmen verschiedenster Herkunft recht erhebliche Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit gefunden, aber bei aus größeren Eiterungsprozessen beim Menschen frisch herausgezüchteten Pyokokkenstämmen finden sie eine auffallende Gleichmäßigkeit. Sie empfehlen daher nur solche Stämme zu Desinfektionsversuchen zu verwenden und halten die Forderung anderer Autoren für überflüssig, mit einem Gemisch von 4 bis 5 Stämmen zu arbeiten. Auch sind die Staphylokokken gegen pH-Schwankungen des Nährbodens nicht so empfindlich, wie die meisten anderen Bakterien. Nach Klimmer (15) beträgt die optimale H-Jonenkonzentration für Pyokokken pH = 6,8 bis 8,2. Walbum gibt an, daß eine Bouillon von pH = 7,5 am geeignetsten sei. Nach Hall (13) zeigt die Variationsbreite des pH, innerhalb deren noch Staphylokokkenwachstum möglich ist, einen recht erheblichen Spielraum von pH = 2,5 bis 10.

Zu Beginn der Versuche wurden mehrere Schrägagarröhrchen mit den Testbakterien beimpft, mit Wachs verschlossen und nach 24-stündiger Bebrütung bei 37° C, bei Zimmertemparatur aufbewahrt. Auf diese Röhrchen wurde später bei den einzelnen Versuchen immer wieder zurückgegriffen. Zu jedem Versuch wurde eine frisch angelegte 24-stündige, mit einem saftigen gelben Belage gut gewachsene Schrägagarkultur benutzt. Diese Schrägagarkultur wurde mit 10,0 steriler physiologischer Kochsalzlösung gut abgeschwemmt. Mit steriler Pipette wurden von der so entstandenen Bakterienemulsion je 3 Tropfen in die zu prüfenden Lösungen gebracht. Gleichzeitig wurden zur Kontrolle immer Ausstriche von den Kulturen angefertigt, nach Gram gefärbt und mikroskopisch untersucht.

Als Standarddesinfektionsmittel zur Resistenzprüfung der Staphylokokken benutzte ich 1 %ige vor dem Gebrauch frisch aus Acid. carbolic. liquefact. hergestellte Carbolsäurelösung. Zu 5,0 dieser Lösung wurden 3 Tropfen der Bakterienemulsion mit steriler Pipette gebracht und durch Abimpfen von 5 zu 5 Minuten auf sterile Bouillon die Resistenz festgestellt. Die Staphylokokken waren nach 20 Minuten langer Einwirkung abgetötet.

II. Die Nährböden.

Die Bouillon wurde nach den Angaben hergestellt, die sich darüber in den Lehrbüchern von Kahlfeld-Wahlich (14) und Standfuß (28) finden.

Ein Pfund mageres Pferdefleisch wurde mit dem Messer auf einem Hackklotz fein zerhackt und mit 1 Liter destillierten Wasser 2½ Stunden in einem Aluminiumtopf stehen gelassen, dann über offener Flamme eine Stunde lang unter öfterem Umrühren gekocht. Das dabei verdunstete Wasser wurde wieder ersetzt, das Fleisch ausgepreßt und durch ein Wattefilter filtriert. Diesem Fleischwasser wurden 10,0 Pepton zugesetzt, das mit langsam steigenden Mengen Fleischwasser in einem Mörser mit den Pistill bis zur völligen Lösung zerrieben wurde. Sodann wurden 5 g Kochsalz zugesetzt und abermals auf offener Flamme ½ Stunde lang gekocht. Dieser Lösung wurde so lange Normal-Natronlauge zugefügt, bis der mit Hilfe des Jonometers festgestellte pH-Wert 7,4 bis 7,6 betrug. Hierauf wurde nochmals ½ Stunde auf offener Flamme erhitzt und die Bouillon durch gewöhnliches Filter in Glaskolben gefüllt und an 3 aufeinanderfolgenden Tagen je ½ Stunde im Koch'schen Dampftopf sterilisiert.

Für die Schrägagarkultur wurde der im Schlachthoflaboratorium für die bakteriologische Fleischuntersuchung vorhandene Nähragar benutzt.

III. Allgemeine Versuchsanordnung.

Die keimhemmende Wirkung wird nach dem von Laubenheimer (17) angegebenen Verfahren festgestellt. Dem Nähr-

boden (Bouillon) werden die zu prüfenden Säuren und Säuregemische in fallenden Mengen zugesetzt, jedes Röhrchen mit je 3 Tropfen Bakterienabschwemmung beimpft und bei 37° C bebrütet. Diejenige Konzentration, die gerade noch genügt, eine Vermehrung der in der Bouillon suspendierten Keime zu verhindern, gibt den entwicklungshemmenden Wert der zu prüfenden Substanz an. Die Röhrchen werden 48 Stunden lang bebrütet. Trübung zeigt Wachstum an. Von den Röhrchen ohne Trübung werden noch zur sicheren Feststellung der Keimhemmung Nachkulturen mit je 3 Ösen zu 5,0 steriler Bouillon angelegt und ebenfalls 48 Stunden bebrütet.

Die Abtötungsversuche werden folgendermaßen vorgenommen: Mit abgekochtem Leitungswasser und den betreffenden Säuren bezw. Gemischen wird eine 2%ige Lösung hergestellt und von dieser Lösung ausgehend die betreffenden Verdünnungen 1:50 bis 1:10 000 hergestellt. Den einzelnen Röhrchen werden je 3 Tropfen Bakterienemulsion zugesetzt und bei konstanter Temperatur von 25° C aufbewahrt. Nach 3, 24, 48 und 72 Stunden werden von diesen Röhrchen je 3 Ösen in 5 ccm Bouillon überimpft und 48 Stunden bei 37° C bebrütet. Bei Trübung ist Wachstum vorhanden, bei Klarbleiben ist Abtötung erfolgt.

Da bekanntlich die meisten keimtötenden Mittel beim Zusammentreffen mit eiweißhaltigen Medien eine Abschwächung ihrer bakteriziden Wirkung erleiden, werden die zu untersuchenden Säuren noch bei Zusatz von 10 % Bouillon zu Leitungswasser geprüft. Diese Anordnung wurde zusätzlich gewählt, da sie den praktischen Verhältnissen bei der Fleischkonservierung mehr Rechnung trägt.

Sämtliche Versuche wurden unter gleichen Bedingungen und bei konstanter Temperatur angestellt, die Abtötungsversuche bei 25° C und die Hemmungsversuche bei Brutschranktemperatur von 37° C. Die Säurelösungen wurden mit gewöhnlichem abgekochtem Leitungswasser hergestellt, Vergleichsversuche mit nichtabgekochtem und destiliertem Wasser zeigten bis auf einige unbedeutende Abweichungen das gleiche Ergebnis. Zu jedem Versuch wurden Kontrollen angelegt. Gelegentlich wurden auch Kontrollversuche in der Art angestellt, daß wahllos einzelne Versuchsreihen nachgeprüft wurden. Diese Versuche hatten stets das Ergebnis des Hauptversuches. In den Tabellen habe ich immer nur über eine Versuchsbeobachtung berichtet, trotzdem ich bei den 3 Säuren die gefundenen Grenzzeiten durch mehrfache Wiederholungen nachgeprüft habe. In den Tabellen wurde das Versuchsergebnis durch folgende Zeichen dargestellt: +++ starke Trübung, + schwache Trübung, — kein Wachstum.

IV. Vorversuche zur pH-Bestimmung der Säurelösungen.

Aus der Praxis der Nährbodenherstellung ist es bekannt, daß die meisten Bakterien neutrale oder schwach alkalische Reaktion der Nährbodens bevorzugen und auf sauren Nährböden das Wachstum

einstellen oder sogar zugrunde gehen. Die Bestimmung der Reaktion des Nährbodens spielt aus diesem Grund eine beachtliche Rolle. Das am meisten gebräuchliche Verfahren ist die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration (pH). Es ist deshalb für die nachfolgenden Untersuchungen von Bedeutung, durch die Messung der Wasserstoffionenkonzentration der verschiedenen Säurelösungen von vornherein einen Anhaltspunkt für ihre bakteriziden Eigenschaften zu besitzen. Von Staphylokokken ist es bekannt, daß sie ziemlich unempfindlich sind und bei einer pH-Breite von 2,5 bis 10 gedeihen können. Auch aus diesem Grunde eignen sich unter den pathogenen Keimen die Staphylokokken ausgezeichnet als Testbakterien.

Die pH-Werte der Säurelösungen verschiedener Konzentrationen sind aus nachstehender Tabelle zu ersehen.

Lösungen in %	pH-Werte der Milchsäurelösungen	pH-Werte der Essigsäurelösungen	pH-Werte der Milchsäure- und Essigsäurelösungen 1 : 1	pH-Werte der Salzsäurelösungen
2	2,37	3,02	2,43	1,12
1	2,56	3,18	2,68	1,51
0,5	2,72	3,49	2,83	1,74
0,3	2,99	3,66	2,93	2,04
0,2	3,24	3,74	3,13	2,25
0,1	4,14	3,87	3,27	2,83
0,05	4,92	4,68	3,39	—
0,01	5,72	—	—	—

1. Untersuchungen mit Milchsäure.

a) Abtötungsversuche.

Versuch 1.

Die bakterizide Wirkung der Milchsäure in wässriger Lösung.

Versuchsanordnung: Mit gewöhnlichem abgekochtem Leitungswasser wurden Milchsäurelösungen in folgenden Konzentrationen hergestellt: 2%; 1%; 0,5%; 0,3%; 0,2%; 0,1%; 0,05%; 0,01%; hierzu wurden je 3 Tropfen Staphylokokkenaufschwemmung zugesetzt und die Versuchsröhrchen bei einer Temperatur von 25° C aufbewahrt. Von diesen Röhrchen wurden nach 3, 24, 48 und 72 Stunden je 3 Ösen in sterile Bouillon abgeimpft und diese bei 37° 48 Stunden bebrütet.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1.

Milchsäurelösungen in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
2	—	—	—	—
1	—	—	—	—
0,5	+	—	—	—
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++
0,01	+++	+++	+++	+++

Ergebnis des Versuchs: Die 2%ige und 1%ige Lösung haben nach 3 Stunden abgetötet. Die 0,5%ige läßt in der selben Zeit noch leichtes Wachstum erkennen. Die 0,3%ige Lösung und alle übrigen niederen Konzentrationen haben die Staphylokokken in ihrem Wachstum nicht geschwächt.. Nach 24stündiger Einwirkung hat auch die 0,3%ige Lösung abgetötet, während durch die 0,2%ige Lösung und geringeren Konzentrationen keine Abtötung, auch nicht nach 48 und, 72stündiger Einwirkung erzielt wird.

Versuch 2.

Bakterizide Wirkung der Milchsäure in eiweißhaltigen Medien.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie bei Versuch 1. Nur wurden zur Prüfung der Wirkung der Milchsäure bei Anwesenheit von Eiweißkörpern den einzelnen Versuchsröhrchen je 10 % sterile Bouillon zugesetzt. Das Ergebnis geht aus Tabelle 2 hervor.

Tabelle 2.

Milchsäurelösungen bei bei 10 % Bouillon in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
2	—	—	—	—
1	+++	—	—	—
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++
0,01	+++	+++	+++	+++

Ergebnis des Versuchs: Die 2%ige Lösung hat nach 3 Stunden abgetötet. Die 1%ige und alle übrigen Konzentrationen lassen nach dreistündiger Einwirkungszeit deutlich starke Trübung und somit ungeschwächtes Wachstum der Staphylokokken erkennen. Nach 24 Stunden haben die 1%ige und 0,5%ige abgetötet, während durch die 0,3%ige auch nach 48 und 72stündiger Einwirkung keine Abtötung erzielt wurde. Für die Fleischkonservierung erscheint hiernach eine 0,5%ige Milchsäurelösung als geeignet.

b) Hemmungsversuch.

Versuch 3.

Versuchsanordnung: Von einer 2%igen Stammlösung ausgehend werden folgende Verdünnungen der Säure mit steriler Bouillon hergestellt: 2 %ig; 1 %ig; 0,5 %ig; 0,3 %ig; 0,2 %ig; 0,1 %ig; 0,05%ig, 0,01%ig. Die Röhrchen werden mit 3 Tropfen Bakterienaufschwemmung beschickt und im Brutschrank täglich auf Wachstum geprüft. Nach 24, 48, 72 und 96stündiger Bebrütung werden aus den Röhrchen, die keine Trübung aufweisen Nachkulturen mit je 3 Ösen angelegt und diese bei 37° C 48 Stunden lang bebrütet.

Das Ergebnis findet sich in den Tabellen 3 und 3a.

Tabelle 3.

Milchsäurebouillon-lösungen in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	24	48	72	96
2	—	—	—	—
1	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—
0,3	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++
0,01	+++	+++	+++	+++

Tabelle 3a.

Nachkulturen.

abgeimpft von Lösungen in %	nach Stunden			
	24	48	72	96
2	—	—	—	—
1	—	—	—	—
0,5	+++	+++	+++	+++

Ergebnis des Versuchs: Aus den Tabellen 3 und 3a geht hervor, daß die Milchsäure in der Konzentration von 0,5 % entwicklungshemmend gewirkt hat. Auch der Hemmungsversuch läßt die 0,5%ige Milchsäurelösung für Konservierungszwecke als geeignet erscheinen.

c) Versuche mit milchsaurem Silber und Milchsäure.

Versuch 4.

Zur Erzielung einer verstärkten Wirkung, bzw. um mit niederen Milchsäurenkonzentrationen auszukommen, wird die Milchsäure mit milchsaurem Silber kombiniert (Pufferungsgemisch). Um nun eine Handhabe zu bekommen, mit welcher Lösung von milchsaurem Silber die Versuche anzusetzen seien, wird zunächst die bakterizide Wirkung von milchsaurem Silber auf Staphylokokken geprüft.

Bei diesem Versuch, wie überhaupt bei allen Versuchen mit milchsaurem Silber, wurden die Staphylokokken mit 10 ccm abgekochtem destilliertem Wasser abgeschwemmt, weil durch Hinzufügen der mit physiol. NaCl.-Lösung hergestellten Bakterienemulsion in den Versuchröhrchen eine Trübung entstand. Diese läßt sich erklären durch die starke Affinität des Silbers zu Chlor. Silber bildet mit NaCl eine milchige Trübung und wird als Chlorsilber ausgefällt.

Versuchsanordnung: Von einer 0,1%igen mit abgekochtem Wasser hergestellten Stammlösung von milchsaurem Silber ausgehend werden durch weitere Verdünnungen mit abgekochtem Wasser folgende Konzentrationen hergestellt: 1:1000; 1:2000; 1:10 000; 1:20 000; 1:40 000; 1:100 000; 1:200 000. Hierzu werden je 3 Tropfen Bakterienaufschwemmung zugesetzt und die Röhrchen bei 25° C aufbewahrt. Nach 1, 24, 48 Stunden werden je 3 Ösen auf sterile Bouillon abgeimpft und diese bei 37° C 48 Stunden lang bebrütet.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 4 zu ersehen.

Tabelle 4.

Verdünnungen von milchsaurem Silber	Einwirkungszeit in Stunden		
	1	24	48
1 : 1000	—	—	—
1 : 2000	+++	—	—
1 : 10 000	+++	—	—
1 : 20 000	+++	—	—
1 : 40 000	+++	—	—
1 : 100 000	+++	+++	+++
1 : 200 000	+++	+++	+++

Ergebnis des Versuchs: Milchsaures Silber in wässeriger Lösung tötet die Staphylokokken in der Verdünnung 1:1000 innerhalb

1 Stunde ab. Nach 24 stündiger Einwirkung hat auch die Lösung 1:40 000 abgetötet. Die Verdünnung 1:100 000 erzielt keine Abtötung.

Versuch 5.

Versuchsanordnung: In diesem Versuche wird eine mit abgekochtem Wasser hergestellte Lösung von milchsaurem Silber 1: 20 000 zur Herstellung der folgenden Milchsäurekonzentrationen verwandt: 0,5 %; 0,3 %; 0,1 %; 0,05 %. Jedes Versuchsröhrchen enthält milchsaures Silber in Verdünnung 1:20 000 und dazu noch die verschiedenen Prozentsätze von Milchsäure. Den Röhrchen wurden je 3 Tropfen Bakterienaufschwemmung zugesetzt und bei einer Temperatur von 25° C aufbewahrt. Nach 1, 3, 24 und 48 Stunden wurden je 3 Ösen auf sterile Bouillon abgeimpft und diese 48 Stunden lang bei 37° C bebrütet.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 5 zu ersehen.

Tabelle 5.

Milchsaures Silber 1 : 20000 + Milchsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	–	–	–
0,3	+++	+++	–	–
0,1	+++	+++	–	–
0,05	+++	+++	–	–

Versuchsergebnis: Aus den angestellten Versuche geht hervor, daß nach 1stündiger Einwirkungszeit noch keine Abtötung erfolgt ist. Sämtliche Röhrchen zeigen normale Trübung. Nach 3 Stunden tötet die 0,5%ige Lösung ab, die übrigen Konzentrationen lassen in derselben Zeit noch ungehindertes Wachstum zu. Nach 24 Stunden haben alle Lösungen abgetötet.

Versuch 6.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie bei Versuch 5, nur wurden jedem Versuchsröhrchen 10 % Bouillon zugefügt.

Das Ergebnis zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6.

Milchsaures Silber 1:20000 + Milchsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	+++	–	–
0,3	+++	+++	–	–
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Bei Zusatz von Bouillon ist das Abtötungsergebnis wesentlich ungünstiger als ohne Bouillonzusatz. Anstatt der 0,05%igen Milchsäurelösung tötet erst eine Lösung von 0,3 % nach 24stündiger Einwirkung ab.

Versuch 7.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie bei Versuch 5, nur wurde statt einer milchsauren Silberlösung von 1:20 000 eine solche von 1:40 000 benutzt.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 7 hervor.

Tabelle 7.

Milchsaures Silber 1 : 40000 + Milchsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	+++	—	—
0,3	+++	+++	—	—
0,1	+++	+++	—	—
0,05	+++	+++	+	—

Ergebnis des Versuchs: Nach 1 und 3stündiger Einwirkung wurde keine Abtötung erzielt. Nach 24 Stunden töteten die 0,5 %ige, 0,3 %ige und 0,1 %ige Lösung vollkommen ab, während die 0,05%ige noch schwache Trübung und somit noch geringgradiges Wachstum erkennen läßt. Nach 48stündiger Einwirkung hat auch die 0,05%ige Lösung vollkommen abgetötet.

Versuch 8.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie bei Versuch 7, nur wurde hier jedem Versuchsröhrchen 10 % Bouillon zugesetzt.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 8 zu ersehen.

Tabelle 8.

Milchsaures Silber 1 : 40000 + Milchsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	+++	—	—
0,3	+++	+++	+	+
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Bei Benutzung einer Konzentration von milchsaurem Silber 1:40 000 ist ein 0,5 %iger Milchsäuregehalt notwendig, um die Staphylokokken innerhalb 24 Stunden abzutöten. Ge-

genüber der Anwendung einer 0,5%igen Milchsäurelösung allein ist durch die Verwendung des Pufferungsgemisches keine Erhöhung des Abtötungseffektes festzustellen. Ein Zusatz von milchsaurem Silber zur Milchsäure zwecks Erhöhung ihrer konservierenden Eigenschaften bietet nach diesem Versuch keine wesentlichen Vorteile. (s. Versuch 1)

Versuch 9.

Versuchsanordnung wie in Versuch 5. Statt einer milchsauren Silberlösung von 1:20 000 wurde hier eine solche von 1:100 000 benutzt.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9.

Milchsaures Silber 1:100 000 + Milchsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	+++	—	—
0,3	+++	+++	+++	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Eine Verbesserung der keimtötenden Wirkung durch Benutzung der Kombination Milchsäure, milchsaures Silber 1:100 000 ist nicht eingetreten.

d) Versuche mit Kaliumpermanganat und Milchsäure.

In den beiden folgenden Versuchen wird eine Kaliumpermanganatlösung 1:20 000 mit verschiedenen Prozentsätzen von Milchsäure auf ihre bakterizide Wirkung untersucht. Hierbei zeigt es sich, daß durch Zusatz von Milchsäure zur Kaliumpermanganatlösung die Rotfärbung verschwindet. Ebenso tritt Entfärbung auf nach Hinzufügen von Staphylokokkenemulsion oder Bouillon.

Versuch 10.

Versuchsanordnung: Die Kaliumpermanganatlösung wird mit abgekochtem Leitungswasser hergestellt. Durch Zusatz von Milchsäure in fallender Menge werden folgende Verdünnungen hergestellt: 0,5 %; 0,3 %; 0,1 %; 0,05 %. Jedes Versuchsröhrchen enthält also Milchsäure in vorstehenden Prozentsätzen und Kaliumpermanganatlösung 1:20 000. Zu diesen Röhrchen werden je 3 Tropfen Staphylokokkenemulsion hinzugefügt und bei einer Temperatur von 25° C aufbewahrt. Nach 1, 3, 24 und 48 Stunden werden je 3 Ösen auf sterile Bouillon abgeimpft und bei 37° C 48 Stunden lang bebrütet.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 10 zu ersehen.

Tabelle 10.

$KMnO_4$-Lösung 1: 20000 + Milchsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0.5	+++	+++	—	—
0.3	+++	+++	—	—
0.1	+++	+++	+++	+++
0.05	+++	+++	+++	+++

Ergebnis des Versuchs. Die Kombination Milchsäure-$KMnO_4$ 1:20000 hat keine Verstärkung der keimtötenden Eigenschaften der Milchsäure bewirkt. Der Abtötungseffekt der Milchsäure allein ist der gleiche wie mit $KMnO_4$ 1:20000 kombiniert (s. Versuch 11).

Versuch 11.

Die Versuchsordnung ist dieselbe wie in Versuch 10, nur wurden jedem Versuchsröhrchen noch 10 % Bouillon hinzugefügt.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 11 hervor.

Tabelle 11.

$KMnO_4$-Lösung 1: 20000 + Milchsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0.5	+++	+++	—	—
0.3	+++	+++	+++	+++
0.1	+++	+++	+++	+++
0.05	+++	+++	+++	+++

Versuchsordnung. Nach Versuch 11 tötet die Kombination Milchsäure 0.5 % + $KMnO_4$ 1:20000 Staphylokokken in eiweißhaltigem Medien nach 24 Stunden ab. Dasselbe wird mit Milchsäure allein erreicht. Eine verstärkende keimtötende Wirkung ist durch Zusatz von $KMnO_4$ in der angewandten Verdünnung nicht zu erreichen (s. Versuch 2).

2. Untersuchungen mit Essigsäure.

a) Abtötungsversuche.

Versuch 12.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie in Versuch 1.

Das Ergebnis zeigt Tabelle 12.

Tabelle 12.

Essigsäurelösungen in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
1	—	—	—	—
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Die 1%ige Essigsäurelösung hat nach 3 Stunden abgetötet. Nach 24stündiger Einwirkung haben auch die 0,5%ige und 0,3%ige Lösung abgetötet, während die 0,2%ige noch geringes Wachstum zuläßt. Nach 48 Stunden hat auch die 0,2%ige vollkommene Abtötung erzielt. Die 0,1%ige erreicht auch nach 72stündiger Einwirkung keine Abtötung. Im Gegensatz zu Milchsäure erscheint die 0,3%ige Konzentration für Konservierungszwecke geeignet.

Versuch 13.

Abtötungsversuche bei 10 % Bouillon.

Versuchsanordnung wie bei Versuch 2.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 13 zu ersehen.

Tabelle 13.

Essigsäurelösungen in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
1	+++	—	—	—
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	+++	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: In Versuch 13 hat die 1%ige Lösung nach 3stündiger Einwirkung noch keine Abtötung erzielt. Nach 24 Stunden haben die 1%ige und die 0,5%ige Lösung abgetötet, dagegen nicht die 0,3%ige. Nach 48 Stunden hat dann auch die 0,3%ige Lösung Abtötung erzielt. Die Ueberlegenheit der Essigsäure gegenüber der Milchsäure ist auch aus Versuch 13 zu ersehen. Während bei Bouillenzusatz die 0,3%ige Milchsäurelösung innerhalb 72

Stunden nicht keimtötend wirkt, ist diese Eigenschaft bei 0,3%iger Essigsäure bereits nach 48 Stunden festgestellt.

Für Konservierungsversuche erscheint hiernach die 0,3%ige Essigsäure geeignet zu sein, während bei Milchsäure eine 0,5%ige Lösung in Frage kommt.

b) Hemmungsversuch.

Versuch 14.

Versuchsanordnung wie in Versuch 3.

Das Ergebnis geht aus den Tabellen 14 und 14 a hervor.

Tabelle 14.

Essigsäure-Bouillon-lösungen in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	24	48	72	96
2	—	—	—	—
1	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—
0,3	+	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Tabelle 14 a.

Nachkultur.

Lösungen in %	Abgeimpft nach Stunden			
	24	48	72	96
1	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—
0,3	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnisse: Aus den Tabellen 14 und 14 a geht hervor, daß die Essigsäure in der Konzentration von 0,3 % auf die Staphylokokken wachstumshemmend eingewirkt hat. Bei Milchsäure ist eine 0,5 %ige Lösung zur Erreichung desselben Effektes notwendig. Die Überlegenheit der Essigsäure erscheint auch durch diesen Versuch bewiesen.

c) Versuche mit Kaliumpermanganat und Essigsäure.

In den Versuchen 15 und 16 wird die bakterizide Wirkung einer

Kaliumpermanganatlösung 1:20 000 mit verschiedenen Prozentsätzen von Essigsäure untersucht. Hierbei tritt im Gegensatz zur Milchsäure keine Entfärbung ein, sondern erst nach Hinzufügen der Staphylokokkenaufschwemmung und der Bouillon, die in Versuch 16 zugefügt wurden, um den Abtötungseffekt bei Gegenwart von Eiweißkörpern festzustellen.

Versuch 15.

Die bakterizide Wirkung der Essigsäure, kombiniert mit einer Kaliumpermanganatlösung 1:20 000.

Die Versuchsanordnung ist die gleiche wie in Versuch 10.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 15 hervor.

Tabelle 15.

$KMnO_4$-Lösung 1:20000 + Essigsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	1	3	24	48
0,5	+++	+++	—	—
0,3	+++	+++	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Die Kombination bedeutet gegenüber reiner Essigsäure eine Verschlechterung. Sie erscheint deshalb für Konservierungsversuche wenig aussichtsreich.

Versuch 16.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie in Versuch 15. Jedem Versuchsröhrchen wurden hier 10 % Bouillon zugefügt.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 16 zu ersehen.

Tabelle 16.

$KMnO_4$-Lösung 1:20000 + Essigsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	+	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Sämtliche Röhrchen zeigen nach 3stündiger Einwirkung ungeschwächtes Wachstum. Nach 24stündiger Einwirkung hat die 0,5%ige Lösung abgetötet, während die 0,3%ige

schwache Trübung zeigt. Nach 48 Stunden hat auch die 0,3%ige abgetötet. Gegenüber reiner Essigsäurelösung bietet die Kombination mit $KMnO_4$ keine Vorteile bezüglich der keimtötenden Wirkung.

3. Untersuchungen mit Milchsäure und Essigsäure 1:1.

In den 3 folgenden Versuchen wurden Milchsäure und Essigsäure im Verhältnis 1:1 auf ihre desinfizierende Eigenschaft untersucht.

a) Abtötungsversuche.

Versuch 17.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie in Versuch 1.

Das Ergebnis geht aus der Tabelle 17 hervor.

Tabelle 17.

Milchsäure + Essigsäure 1:1 in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
4	—	—	—	—
2	—	—	—	—
1	+	—	—	—
0,6	+++	—	—	—
0,4	+++	+	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3stündiger Einwirkung haben die 4%ige und 2%ige Lösung abgetötet, die 1%ige zeigt ganz geringes Wachstum an. Nach 24 Stunden hat auch die 1%ige und 0,6%ige Lösung abgetötet, während die 0,4 %ige geringgradiges Wachstum zeigt. Nach 48 Stunden hat auch die 0,4%ige Lösung abgetötet. Die Kombination von Milchsäure und Essigsäure bietet keine Vorteile. Reine Essigsäure in 0,2%iger Konzentration ist nach den vorausgehenden Versuchen der 0,2%igen Kombination überlegen.

Versuch 18.

Die Versuchsanordnung ist genau wie in Versuch 2, jedoch bei Anwesenheit von 10 % Bouillon.

Das Ergebnis zeigt Tabelle 18.

Tabelle 18.

Milchsäure + Essigsäure 1:1 in % bei 10% Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
4	—	—	—	—
2	+++	—	—	—
1	+++	—	—	—
0,6	+++	—	—	—
0,4	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Die 4%ige Lösung hat innerhalb 3 Stunden abgetötet. Nach 24 Stunden haben die 2%ige, 1%ige und 0,6%ige Lösung abgetötet, während die 0,4%ige keine Abtötung erzielt. Reine Essigsäure in 0,3%iger Konzentration ist der 0,4%igen Essigsäure-Milchsäurelösung 1:1 bezüglich ihrer bakteriziden Eigenschaft überlegen.

b) Hemmungsversuch.

Versuch 19.

Versuchsanordnung wie in Versuch 3.

Das Ergebnis geht aus den Tabellen 19 und 19a hervor.

Tabelle 19.

Milchsäure + Essigsäure 1:1 in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	24	48	72	96
2	—	—	—	—
1	—	—	—	—
0,6	—	—	—	—
0,4	—	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Tabelle 19 a.

Nachkultur.

Lösungen in %	abgeimpft nach Stunden		
	24	48	72
1	—	—	—
0,6	—	—	—
0,3	—	—	—
0,2	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Milchsäure und Essigsäure im Verhältnis 1:1 haben in der Konzentration von 0,4 % wachstumshemmend auf die Staphylokokken gewirkt. Reine Essigsäure wirkt schon in 0,3-%iger Lösung wachstumshemmend.

4. Untersuchungen mit Salzsäure.

a) Abtötungsversuche.

Versuch 20.

Versuchsanordnung wie in Versuch 1.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 20 zu ersehen.

Tabelle 20.

Salzsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
1	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	—	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Die 1%ige und 0,5%ige Lösung haben nach 3 Stunden abgetötet, die 0,3%ige und alle niederen Konzentrationen zeigen Wachstum. Nach 24 Stunden hat auch die 0,3%ige und 0,2%ige Lösung abgetötet. Die 0,1%ige Lösung erreicht nach 48 und 72-stündiger Einwirkung keine Abtötung. Gegenüber Essigsäure ist kein auffallender Unterschied festzustellen.

Versuch 21.

Abtötungsversuch bei Gegenwart von 10 % Bouillon. Versuchsanordnung wie in Versuch 2.

Das Resultat geht aus Tabelle 21 hervor.

Tabelle 21.

Salzsäure in % 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
1	—	—	—	—
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Wie bei Essigsäure ist auch eine 0,3%ige Salzsäurelösung notwendig, um die Abtötung der Staphylokokken zu erreichen, nur mit dem Unterschied, daß die Abtötung bei Salzsäure bereits innerhalb 24 Stunden eintritt während bei Essigsäure 48 Stunden benötigt werden.

b) Hemmungsversuch.

Versuch 22.

Versuchsanordnung wie in Versuch 3.

Das Ergebnis geht aus den Tabellen 22 und 22a hervor.

Tabelle 22.

Salzsäure-Bouillon-lösung in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
1	—	—	—	—
0,5	+++	—	—	—
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++

Tabelle 22 a.

Nachkultur.

Lösungen in %	Abgeimpft nach Stunden		
	24	48	72
1	—	—	—
0,5	—	—	—
0,3	+++	+++	+++
0,2	+++	+++	+++

Versuchergebnis: Die Salzsäure hat in der Konzentration von 0,3 % wachstumshemmend auf die Staphylokokken eingewirkt. Beim Vergleich mti Essigsäure besteht kein Unterschied.

c) Versuche mit Kochsalz bezw. mit Nitritpökelsalz und Salzsäure.

In den folgenden Versuchen wird eine 5%ige und 10%ige Kochsalzlösung (Bad Nauheimer Kochsalz) bzw. eine 5%ige und 10%ige Nitritpökelsalzlösung hergestellt und Salzsäure in verschiedenen Prozentsätzen zugefügt.

Versuch 23.

Untersuchungen mit Salzsäure und 10 % Kochsalzlösung. Versuchsanordnung: eine 10%ige Kochsalzlösung wird mit gewöhnlichem Leitungswasser hergestellt, in dem Wasserbad ½ Stunde lang gekocht und durch sinkende Zusätze von Salzsäure folgende Verdünnungen hergestellt: **0,3 %; 0,2 %, 0,1 % und 0,05 %.**

Das Ergebnis ist aus Tabelle 23 zu ersehen.

Tabelle 23.

10 % Kochsalzlösung und Salzsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	—	—	—	—
0,2	+++	—	—	—
0,1	+++	+++	—	—
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Die 0,3%ige Lösung hat nach 3 Stunden abgetötet. Nach 24stündiger Einwirkung hat auch die 0,2%ige und nach 48 Stunden die 0,1%ige Lösung Abtötung erreicht. Die 0,05%ige zeigt auch nach 72 Stunden deutlich Wachstum an. Die keimtötende Wirkung ist bemerkenswert und der aller seither angewandten Lösungen überlegen.

Versuch 24.

Versuchsanordnung wie in Versuch 23, nur enthielt jedes Röhrchen 10 % Bouillon.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 24 hervor.

Tabelle 24.

10 % Kochsalzlösung + Salzsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3 Stunden ist noch in keinem Versuchsröhrchen Abtötung erzielt. Nach 24stündiger Einwirkung hat die 0,3%ige Lösung abgetötet, die 0,2%ige zeigt aber noch geringe Trübung. Nach 48 Stunden hat auch die 0,2%ige Lösung abgetötet.

Versuch 25.

Die bakterizide Wirkung der Salzsäure mit einer 10%igen Nitritpökelsalzlösung. Versuchsanordnung wie bei Versuch 23.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 25 hervor.

Tabelle 25.

10 % Nitritpökelsalzlösung + Salzsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+	—	—	—
0,2	+++	—	—	—
0,1	+++	+++	+	+
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3stündiger Einwirkung zeigt die 0,3%ige Lösung geringe Trübung, während alle anderen Röhrchen normale Trübung zeigen. Nach 24 Stunden hat die 0,3%ige Lösung und auch die 0,2%ige abgetötet, die 0,1%ige und 0,05%ige Lösung zeigen dagegen deutlich Wachstum. Nach 48- und 72stündiger Einwirkung zeigt die 0,1%ige Lösung noch geringe Trübung, erzielt also keine vollständige Abtötung. Ein Zusatz von 10 % Nitritpökelsalz anstatt 10 % Bad Nauheimer Kochsalz wirkt etwas schwächer keimtötend.

Versuch 26.

Die bakterizide Wirkung der Salzsäure mit einer 10%igen Nitritpökelsalzlösung bei Anwesenheit von 10 % Bouillon.

Versuchsanordnung wie in Versuch 24.

Das Ergebnis ist aus der Tabelle 26 zu ersehen.

Tabelle 26.

10 % Nitritpökelsalz + Salzsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	—	—
0,5	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3 Stunden ist in keinem Röhrchen Abtötung erzielt. Nach 24stündiger Einwirkung hat die 0,3%ige Lösung abgetötet und nach 48 Stunden die 0,2%ige. Die 0,1%ige erzielt keine Abtötung. Nitritpökelsalz bewirkt keine Verbesserung im Vergleich zu Kochsalz.

Versuch 27.

Die bakterizide Wirkung einer 5 % Kochsalzlösung mit verschiedenen Prozentsätzen von Salzsäure.

Die Versuchsanordnung ist die gleiche wie in Versuch 23.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 27 ersichtlich.

Tabelle 27.

5 % Kochsalzlösung + Salzsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	—	—	—	—
0,2	+++	—	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchergebnis: Innerhalb 3 Stunden hat die 0,3%ige Lösung abgetötet. Nach 24stündiger Einwirkung hat auch die 0,2%ige Lösung abgetötet. Nach 48 und 72stündiger Einwirkung bleibt das Ergebnis dasselbe. Bei Benutzung einer 5%igen Kochsalzlösung ist ein Zusatz von 0,2 % Salzsäure notwendig, um die Staphylokokken abzutöten, während bei Benutzung einer 10%igen Kochsalzlösung ein Zusatz von 0,1 % Salzsäure notwendig ist.

Versuch 28.

Die bakterizide Wirkung einer 5%igen Kochsalzlösung mit verschiedenen Prozentsätzen von Salzsäure bei Zusatz von 10 % Boullion.

Versuchsanordnung wie in Versuch 24.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 28 hervor.

Tabelle 28.

5 % Kochsalzlösung + Salzsäure in % bei 10 % Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3 Stunden ist in keinem Versuchsröhrchen Abtötung erreicht. Nach 24stündiger Einwirkung hat die 0,3%ige Lösung abgetötet, alle übrigen Röhrchen zeigen Wachstum. Die Verminderung des Kochsalzgehaltes macht sich bei Bouillonzusatz ebenfalls bemerkbar. Anstatt des 0,2%igen Salzsäuregehaltes ist ein 0,3%iger notwendig, um Abtötung zu erreichen.

Versuch 29.

Die bakterizide Wirkung einer 5%igen Nitritpökelsalzlösung mit Salzsäure in verschiedenen Prozentsätzen.

Versuchsanordnung wie in Versuch 27.

Das Ergebnis ist aus Tabelle 29 zu ersehen.

Tabelle 29.

5 %ige Nitritpökelsalzlösung + Salzsäure in %	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	—	—	—
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3 Stunden wurde in keinem Röhrchen Abtötung erzielt. Nach 24stündiger Einwirkung hat die 0,3%ige und 0,2%ige Lösung abgetötet, die 0,1%ige und 0,05%ige zeigen dagegen Wachstum. Die keimtötende Wirkung ist etwas schwächer als mit Kochsalz derselben Konzentration.

Versuch 30.

Die keimtötende Wirkung einer 5%igen Nitritpökelsalzlösung mit Salzsäure in verschiedenen Prozentsätzen bei Zusatz von 10 % Bouillon.

Versuchsanordnung wie in Versuch 26.

Das Ergebnis geht aus Tabelle 30 hervor.

Tabelle 30.

5%ige Nitritpökelsalzlösung + Salzsäure in % bei 10% Bouillon	Einwirkungszeit in Stunden			
	3	24	48	72
0,3	+++	—	—	—
0,2	+++	+++	+++	+++
0,1	+++	+++	+++	+++
0,05	+++	+++	+++	+++

Versuchsergebnis: Nach 3stündiger Einwirkung ist in keinem Röhrchen Abtötung erreicht. Nach 24 Stunden hat die 0,3%ige Lösung abgetötet, während die 0,2%ige, 0,1%ige und 0,05%ige Lösung keine Abtötung erzielen. Die bakterizide Wirkung ist die gleiche, wie mit Kochsalzlösung derselben Konzentration (s. Versuch 28).

D. Konservierungsversuche.

a) Allgemeines über das konservierte Material.

In den folgenden Versuchen werden die in vitro gefundenen Werte im praktischen Versuche ausprobiert und auf ihre konservierende Wirkung geprüft. Es wird nur Rindfleisch zu den Versuchen benutzt und zwar in Stücken von ¼ bis ½ Pfund. Bei einem großen Teil der Versuche werden auch die zur bakteriologischen Fleischuntersuchung verwandten Muskelstücke aus hiesigen Schlachtungen verwendet.

b) Versuchsanordnung.

Folgende Versuchsanordnung wird angewandt: Die Fleischstücke werden in großen Glasgefäßen in die betreffende Konservierungsflüssigkeit eingelegt und bei einer Temperatur von 16—18° C aufbewahrt. Einige Versuche werden auch bei einer Temperatur von 2—5° C aufbewahrt. Für alle Versuche wird die Konservierungsflüssigkeit mit gewöhnlichem Leitungswasser hergestellt. Vor dem Einlegen wird stets der pH-Wert des Fleisches mit Hilfe des Jonometers festgestellt. Die Versuche werden täglich auf Aussehen, Geruch usw. geprüft und bis zur Verderbnis des Fleisches fortgesetzt, zu deren Feststellung außer der grobsinnigen Untersuchung noch die Kochprobe, pH-Bestimmung und bakteriologische Fleischuntersuchung herangezogen werden.

1. Milchsäure als Konservierungsmittel.

Versuch 1.

Konservierungsflüssigkeit: 0,05%ige Milchsäurelösung.

Material: Das Fleisch stammt von einer gutgenährten jungen Kuh, die wegen Tb. der Freibank überwiesen ist.
pH des Fleisches vor der Konservierung: 6,25.
Temperatur: 16—18 °C.

Das Fleisch wird am 12. 1. 37 eingelegt. Am 14. 1. ist die Konservierungsflüssigkeit leicht getrübt und von schwachsäuerlichem Geruch. Das Fleisch ist leicht gequollen und von hellroter Farbe. Am 15. 1. zeigt es schwachen Fäulnisgeruch.

pH des Fleisches nach der Konservierung: 6,39.
Bakteriol. Unters.: Hochgradiges Keimwachstum, plumpe gramnegative Stäbchen.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist schon am 4. Tage verdorben, stark abgeblaßt und gequollen. Milchsäure in 0,05%iger Konzentration erweist sich bei einer Temperatur von 16—18° C zur Fleischkonservierung nicht geeignet.

Versuch 2.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Milchsäurelösung.

Material: Wie bei Versuch 1.
pH des Fleisches v. d. K.*: 6,28.
Aufbewahrungstemperatur: 16—18° C.

Versuchsbeginn: 12. 1. 1937. Nach kurzer Zeit schon erhält das Fleisch eine hellere Farbe. Am 14. 1. tritt leichte Schimmelbildung auf. Am 16. 1. ist die Konservierungsflüssigkeit trübe und schwach übel riechend, das Fleisch hat ebenfalls leichten Fäulnisgeruch und ist gequollen.

pH des Fleisches n. d. K.**: 6,32.
Bakteriol. Unters.: Hochgradiges Keimwachstum, Staphylokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Bereits am 5. Tage ist das Fleisch sinnfällig verdorben, gequollen und aufgehellt. 0,1%ige Milchsäurelösung ist hiernach bei 16—18° zur Fleischkonservierung nicht geeignet.

Versuch 3.

Konservierungsflüssigkeit: 0,3%ige Milchsäurelösung.

Material: Fleisch einer Kuh, am 7. 1. 37 wegen Knochenbruchs geschlachtet. Ernährungszustand mittelmäßig.

---

*) v. d. K. = vor der Konservierung.
**) n. d. K. = nach der Konservierung.

Bakteriol. Unters.: Negativ.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,15.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 8. 1. 37 eingelegt. Die Konservierungsflüssigkeit ist am 13. 1. 37 noch klar, zeigt aber an der Oberfläche starke Schimmelbildung. Am 14. 1. ist die Flüssigkeit leicht getrübt und am 15. 1. von einer starken Kahmhaut bedeckt. Das Fleisch ist stark sulzig gequollen, vor allem die bindegewebigen Teile und von dunkler Farbe. Der Geruch ist leicht säuerlich.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,22.
Baktiol. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum.
Kochprobe: Das Fleisch ist zart und weich, aber von fadem Geschmack.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 8 Tagen von dunkler Farbe, stark gallertig, gequollen und von zartem leicht säuerlichem aber fadem Geschmack. 0,3%ige Milchsäurelösung ist geeignet Fleisch eine Woche lang bei Zimmertemperatur von 16—18° C zu konservieren, verleiht jedoch dem Fleisch einen faden Geschmack und starke Quellung, sodaß die Verwendung nicht empfohlen werden kann.

Versuch 4.

Konservierungsflüssigkeit: 0,5%ige Milchsäurelösung.

Material: Fleisch einer Kuh, zirka 4 Jahre alt, geschlachtet am 7. 1. 37 wegen jauchischer Metritis nach Geburt. Ernährungszustand: Gut.
Bakteriol. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum, Staphylokokken.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,26.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wurde am 8. 1. 37 eingelegt. Am 10. 1. tritt schon Schimmelbildung auf und am 13. 1. ist die Flüssigkeit trüb und von einer Kahmhaut bedeckt. Das Fleisch ist stark gequollen und durch Quellung des intermuskulären Bindegewebes stark gelockert.

Kochprobe am 12. 1.: Fleisch ist sehr zart, weich und wohlschmeckend.

Am 15. 1. ist das Fleisch schwach übelriechend. Nach Aufschneiden im Innern stark fauliger Geruch.

pH des Fleisches n. d. K.: Außen 5,22, innen 6,42.
Bakteriol. Unters.: Geringes Keimwachstum, 11 Kolonien.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 7 Tagen verdorben, in seiner Struktur stark verändert und von unansehnlicher Farbe. Auch 0.5%ige Milchsäurelösung ist bei Zimmertemperatur von 16—18° C zur Fleischkonservierung nicht geeignet.

Versuch 5.

Konservierungsflüssigkeit: 0,3%ige Milchsäurelösung.

Material: Fleisch von einer Kuh, Notschlachtung wegen Fremdkörpers am 14. 1. Ernährungszustand: Gut.
Bakteriol. Unters.: Negativ.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,10.
Aufbewahrungstemperatur: 2—5° C.

Das Fleisch wird am 15. 1. 37 eingelegt. Schimmelbildung tritt nicht auf. Die Konservierungsflüssigkeit hat nach 42 Tagen einen säuerlichen Geruch und ist trübe; das Fleisch hat ebenfalls stark säuerlichen Geruch, ist stark gequollen und von dunkler unansehnlicher Farbe. Nach dem Aufschneiden ist das Fleisch innen hellrosa gefärbt, außen weist es eine etwa 1 cm starke dunkele Koagulationsschicht auf.

Bakteriol. Unters.: Negativ.
pH des Fleisches n. d. K.: 6,07.
Kochprobe: Das Fleisch schmeckt zart, leicht säuerlich aber fad und ist sehr mürbe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 42 tägiger Konservierung noch nicht verdorben, nach Aussehen und Geschmack jedoch als minderwertig zu bezeichnen. Im Vergleich zu Versuch 3 ist die niedere Aufbewahrungstemperatur von 2—5° C für die lange Haltbarkeit ausschlaggebend.

Versuch 6

Konservierungsflüssigkeit: 0,5%ige Milchsäurelösung.

Material: Das Fleisch ist 24 Stunden alt und stammt von einer gesunden gutgenährten Kuh.
pH des Fleisches: 6,04.
Aufbewahrungstemperatur: 2—5° C.

Das Fleisch wird am 13. 1. 37 eingelegt. Schimmelbildung tritt nicht auf. Nach 35tägiger Versuchsdauer hat die Konservierungsflüssigkeit leicht muffig säuerlichen Geruch. Das Fleisch ist stark gequollen und von dunkler Farbe. Auf der Schnittfläche ist das Fleisch in der Mitte schön hellrot, außen hat es etwa eine 1 cm starke, dunkle, gallertige, gequollene Randzone.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,41.
Bakteriolog. Unters.: Negativ.
Kochprobe: Das Fleisch ist mürbe und zart, hat aber einen unangenehmen, faden Geschmack.

Ergebnis des Versuchs: Das Fleisch ist nach 35tägiger Konservierung bei 2—5° C noch nicht verdorben aber stark gequollen yon unansehnlicher Farbe und besitzt faden Geschmack. Bemerkenswert ist die völlige Keimfreiheit (s. auch Versuch 5).

2. Essigsäure als Konservierungsmittel.

Versuch 7

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Essigsäurelösung.

Material: Ungefähr 5 Tage altes Fleisch einer schlechtgenährten gesunden Kuh.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,17.
Aufbewahrungstemperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wurde am 4. 2. 37 eingelegt. Schon bald nach dem Einlegen ist das Fleisch gequollen und nimmt eine dunkle Farbe an. Am 9. 2. ist die Konservierungsflüssigkeit trübe, das Fleisch riecht faulig.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,31.
Bakteriolog. Unters.: Schwach keimhaltig, 11 Kolonien, Staphylokokken und Streptokokken.
Kochprobe: Fleisch schmeckt fade, ist saftlos und trocken.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 5 Tagen verdorben, gequollen, dunkel verfärbt und von unangenehmem Geschmack. 0,1%ige Essigsäurelösung ist hiernach bei 16—18° C zur Konservierung nicht zu verwenden.

Versuch 8.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Essigsäurelösung.

Material: Fleisch einer jungen am 10. 2. geschlachteten gesunden Kuh. Ernährungszustand: Mittelmäßig.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,14.
Aufbewahrungstemperatur: 16—18° C.

Am 13. 2. 37 wird das Fleisch eingelegt. Schon nach kurzer Zeit ist das Fleisch stark gequollen, dunkler gefärbt, und riecht am 25. 2. leicht nach Fäulnis. Die Konservierungsflüssigkeit ist trübe und von einer starken Kahmhaut bedeckt.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,07.
Bakteriolog. Unters.: Hochgradiges Keimwachstum, Staphylokokken und gramnegative plumpe Stäbchen.
Kochprobe: Fleisch ist trocken und von leicht säuerlichem Geschmack.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 12 Tagen verdorben und von unangenehmem, trockenem Geschmack. 0,2%ige Essigsäurelösung ist hiernach bei 16—18° C nicht zur Fleischkonservierung geeignet.

Versuch 9.

Konservierungsflüssigkeit: 0,3%ige Essigsäurelösung.

Material: Fleisch einer gesunden Kuh, 4 Tage nach der Schlach-

tung. Ernährungszustand: Mittelmäßig.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,25.
Aufbewahrungstemperatur 16—18° C.

Das Fleisch wird am 12. 1. 37 eingelegt. Es quillt gallertig und nimmt eine dunkle Farbe an. Die Flüssigkeit wird trüb, weist am 19. 1. starke Schimmelbildung auf und hat stark kahmigen Geruch.

pH des Fleisches am 20. 1.: 5,45.
Baktiolog. Unters.: Negativ.
Kochprobe: Fleisch schmeckt strohig, trocken, wird auch nach längerem Kochen nicht weich.

Versuchsergebnis: Das Fleisch schmeckt trocken und saftlos und ganz gering nach Essig. 0,3%ige Essigsäurelösung ist hiernach zur Fleischkonservierung nicht geeignet. Wenn auch nach 8 Tagen noch Keimfreiheit des Fleisches besteht, so bedingt doch die eintretende Geschmacksveränderung und das veränderte Aussehen eine Verminderung seines Wertes.

Versuch 10.

Konservierungsflüssigkeit: 0,5%ige Essigsäurelösung.

Material: 3 Tage altes Fleisch einer gesunden, gutgenährten Kuh.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,19.
Aufbewahrungstemperatur 16—18° C.

Das Fleisch wird am 12. 1. 37 eingelegt. Es verliert seine rote Farbe, wird unansehnlich trübe und ist gallertig gequollen, vor allem die bindegewebigen Teile. Am 20. 1. ist starke Schimmelbildung vorhanden und das Fleisch riecht leicht nach Fäulnis.

pH des Fleisches n. d. K.: 5,10.
Baktiolog. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum, gramnegative, plumpe Stäbchen.
Kochprobe: Fader, trockener Geschmack.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist am 9. Tage verdorben und von trockenem, fadem Geschmack.

3. Milchsäure und Essigsäure 1:1 als Konservierungsmittel.

Versuch 11.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Milchsäure-Essigsäure 1:1.

Material: 3 Tage altes Fleisch einer mittelmäßig genährten Kuh.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,18.
Temperatur: 16—18° C.

Am 21. 1. wird das Fleisch eingelegt. Im Verlaufe des Versuchs verliert das Fleisch seine normale Farbe, wird dunkler und zeigt starke Quellung und Auflockerung der einzelnen Muskelfasern. Die Konservierungsflüssigkeit weist starke Schimmelbildung auf. Am 1. 2. ist das Fleisch verdorben.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,49.

Bakteriolog. Unters.: Gramnegative, plumpe Stäbchen, starkes Keimwachstum.

Keine Kochprobe, da deutlich verdorben.

Versuchsergebnis: Am 11. Tage ist das Fleisch offensichtlich verdorben. Eine Mischung von Milchsäure und Essigsäure in 2%iger Konzentration ist bei 16—18° C zur längeren Fleischkonservierung nicht geeignet.

Versuch 12.

Konservierungsflüssigkeit: 0,6%ige Milchsäure-Essigsäure 1:1.

Material: Fleisch wie in Versuch 11.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 22. 1. Am 1. 2. ist die Konservierungsflüssigkeit noch klar, nur von einigen Schimmelkolonien bedeckt. Das Fleisch riecht nicht übel, ist aber stark gequollen und von dunkler Farbe. Beim Aufschneiden hat das Fleischstück in der Mitte noch normale rote Farbe, außen eine ungefähr 1 cm starke, dunkele, gallertige Schicht.

Kochprobe am 1. 2. Das Fleisch schrumpft beim Kochen stark zusammen, ist geschmacklos und zäh, auch nach längerem Kochen. Am 5. 2. hat das Fleisch leicht üblen Geruch.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,12.

Bakteriolog. Unters.: Negativ.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach Konservierung mit 0,6%iger Milchsäure-Essigsäure nach 15 Tagen verdorben und nach Aussehen und Geschmack als minderwertig zu bezeichnen. Die Versuchsmischung ist als Konservierungsmittel nicht zu empfehlen, wenn auch für zwei Wochen Keimfreiheit des Fleisches zu beobachten ist.

4. Salzsäure als Konservierungsmittel.

Versuch 13.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäure.

Material: Kuhfleisch aus einer Krankschlachtung vom 3. 2. 37. (Pneumonie und subcutanes Emphysem).
pH des Fleisches v. d. K.: 6,20.

Bakteriolog. Unters.: Negativ.
Temperatur: 16—18° C.

Fleisch eingelegt am 4. 2. Am 7. 2. riecht das Fleischt leicht muffig. Nach dem Aufschneiden ist eine schmale, dunkle Koagulationszone bemerkbar. Im Innern ist das Fleisch noch frisch und hat normale Farbe.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,21.
Bakteriolog. Unters.: Negativ.
Kochprobe: Fleisch ist wohlschmeckend aber sehr trocken und zähe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch war nach 3 Tagen noch nicht verdorben und wohlschmeckend. 0,1%ige Salzsäurelösung kann nach Versuch 13 Fleisch 3 Tage lang gut konservieren. Die auftretende Koagulationsschicht ist als nachteilig zu bewerten.

Versuch 14.

Konservierungsflüssigkeit: 0,3%ige Salzsäurelösung.

Material: Wie in Versuch 13.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,01.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 4. 2. Am 15. 2. wird das Fleisch aus der Konservierungsflüssigkeit, die nur geringe Schimmelbildung aufweist, herausgenommen. Nach dem Aufschneiden hat das Fleisch einen süßlich faulen Geruch, der an der Außenfläche nicht wahrzunehmen ist. Die Quellung ist gering, da das Fleischstück von Fascien umgeben war.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,48.
Bakteriolog. Unters.: Hochgradiges Keimwachstum, Staphylokokken und Strephtokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch war nach 11 Tagen verdorben. 0,3%ige Salzsäure vermag Fleisch bei 16—18° C nicht längere Zeit zu konservieren.

Versuch 15.

Konservierungsflüssigkeit: 0,5%ige Salzsäurelösung.

Material: Rindfleisch, geschlachtet am 20. 1. wegen Tb. beanstandet. Ernährungszustand: Gut.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,21.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 4. 2. Am 17. 2. wird der Versuch beendet. In der Mitte des Fleischstückes geringer Fäulnisgeruch. Fleisch ist gequollen und in der Mitte von hellroter Farbe. Außen ist eine etwa 1 cm starke Koagulationsschicht vorhanden.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,57.

Bakteriolog. Unters.: Staphylokokken und Streptokokken.

Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Nach 14tägiger Konservierung ist das Fleisch sinnfällig verdorben.

Versuch 16.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäurelösung.

Material: Wie im Versuch 15.

pH des Fleisches v. d. K.: 6,13.

Aufbewahrungstemperatur: 2—5° C.

Eingelegt am 4. 2. Fleisch quillt stark und nimmt rosarote Farbe an. Keine Schimmelbildung. Am 26. 2. ist die Konservierungsflüssigkeit stark trüb und das Fleisch hat unangenehm muffigen, jedoch nicht fauligen Geruch.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,17.

Bakteriolog. Unters.: Negativ.

Bratprobe: Fleisch ist wohlschmeckend aber sehr trocken.

Kochprobe: Fleisch hat faden Geschmack und ist etwas zu trocken.

Versuchsergebnis: Nach 14tägiger Konservierung in 0,1%iger Salzsäurelösung bei 2—5° C ist das Fleisch noch nicht verdorben, schmeckt aber nach dem Kochen unangenehm trocken und fade.

In den 3 folgenden Versuchen wird Fleisch von ein- und demselben Tier in 0,1%ige Milchsäure, 0,1%ige Essigsäure und 0,1%ige Salzsäure eingelegt, um bei demselben Material einen besseren Vergleich der konservierenden Eigenschaften der einzelnen Säuren zu erhalten.

Versuch 17.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Milchsäurelösung.

Material: Rindfleisch, 14 Tage alt, wegen Tb. beanstandet.

Mastzustand: Gut.

pH des Fleisches v. d. K.: 6,15.

Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 4. 2. Am 6. 2. leichte Trübung der Flüssigkeit, am 8. 2. Schimmelbildung und starke Trübung. Fleisch ist stark gequollen, von blaßroter Farbe und riecht faulig.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,82.

Bakteriolog. Unters.: Stark keimhaltig, Staphylokokken und Streptokokken.

Keine Kochprobe, da sinnfällig verdorben.

Versuch 18.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Essigsäurelösung.

Material: Wie in Versuch 17.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 4. 2. Flüssigkeit bleibt zunächst schön klar und hat schwachen Essiggeruch. Am 8. 2. leichte Schimmelbildung und kahmiger Geruch. Fleisch ist gequollen und hat an der Außenfläche auffallend blasse Farbe.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,16.
Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum, Staphylokokken.
Kochprobe: Fader Geschmack.

Versuch 19.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäure.

Fleisch und Temperatur wie in Versuch 17.

Eingelegt am 4. 2. Starke Schimmelbildung, nicht so stark wie in Milchsäure, aber stärker als in Essigsäure. Fleisch ist gequollen, von hellroter Farbe und hat kahmigen, jedoch nicht faulen Geruch.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,29.
Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum.
Kochprobe: Fleisch schmeckt zäh und trocken.

Ergebnis aus den Versuchen 17, 18 und 19.

In allen drei Versuchen ist das Fleisch nach 4tägiger Konservierung bei 16—18° C verdorben. Während die Verderbnis des mit Essigsäure und Salzsäure konservierten Fleisches sich nur durch Schimmelgeruch bemerkbar macht, ist das mit Milchsäure konservierte Fleisch in derselben Zeit und unter gleichen Bedingungen stark stinkend faulig. Hieraus geht deutlich hervor, daß die konservierende Wirkung der Milchsäure geringer ist, als die der beiden anderen Säuren. Die Veränderungen des Fleisches, wie Quellung und Verfärbung, sind bei den 3 Säuren etwa gleich stark.

5. Milchsäure und milchsaures Silber als Konservierungsmittel.

Versuch 20.

Konservierungsflüssigkeit: Milchsaures Silber 1:40 000 und Milchsäure 0,1%ig.

Material: Kuhfleisch, 3 Tage alt, von gesunder gut genährter Kuh.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,05.
Aufbewahrungstemperatur 16—18° C.

Das Fleisch wird am 3. 1. 37 eingelegt. Schon am 7. 1. ist es verdorben, hat leicht üblen Geruch, ist leicht gequollen und hell verfärbt.

pH des Fleisches n. d. K.: Innen 6,82, außen 6,63.
Bakteriolog. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum, gramnegative plumpe Stäbchen.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 3 Tagen sinnfällig verdorben. Die konservierende Wirkung der hier angewandten Kombination ist nicht besser als die der 0,1%igen Milchsäure allein (s. Versuch 2).

6. Salzsäure und Kochsalz bzw. Nitritpökelsalz als Konservierungsmittel.

In den folgenden Versuchen wird die konservierende Wirkung der Salzsäure mit verschieden starken Zusätzen von Kochsalz (Bad Nauheimer Kochsalz) und Nitritpökelsalz untersucht.

Versuch 21.

Konservierungsflüssigkeit: Salzsäurelösung 0,1%ig mit 1 % Kochsalz.

Material: Kuhfleisch, 24 Stunden alt, aus Notschlachtung (Metritis, Lungenemphysen). Ernährungszustand: Mittelmäßig.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,18.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt am 27. 2. Am 3. 3. ist die Konservierungsflüssigkeit übelriechend, das Fleisch hat einen süßlich faulen Geruch, ist gequollen und von unansehnlicher Farbe.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,83.
Bakteriolog. Unters.: Starkes Keimwachstum, Staphylokokken und Streptokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 4 Tagen verdorben. Durch den Zusatz von 1 % Kochsalz zur 0,1%igen Salzsäure wird keine Verbesserung der konservierenden Wirkung erzielt.

Versuch 22.

Konservierungsflüssigkeit: Salzsäurelösung 0,1%ig mit 3 % Kochsalz.

Material: Wie in Versuch 21.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,18.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 27. 2. eingelegt Am 4. 3. ist die Lake umgeschlagen. Das Fleisch ist lakefaul und stinkend. Die Konservierungsflüssigkeit weist leichte Schimmelbildung auf.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,41.
Bakteriolog. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum, Staphylokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 5 Tagen verdorben, gequollen und von dunkler, grau-brauner Farbe.

Versuch 23.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäure mit 3 % Nitritpökelsalz.

Material: Wie in Versuch 21.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,18.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 27. 2. eingelegt. Am 4. 3. ist die Lake umgeschlagen, weist leichte Schimmelbildung auf, das Fleisch ist stinkend faul und stärker gequollen als in Versuch 22.

pH des Fleisches n. d. K.: 6,37.
Bakteriolog. Unters.: Hochgradiges Keimwachstum, Staphylokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 5 Tagen lakefaul, stärker gequollen als in Versuch 22 und dunkel verfärbt.

Versuch 24.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Salzsäure mit 5% Kochsalz.

Material: Fleisch einer jungen, gesunden Kuh, vor 2 Tagen geschlachtet. Ernährungszustand: Mittelmäßig.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,23.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wurde am 17. 2. eingelegt. Im Verlaufe des Versuchs quillt das Fleisch nur wenig, verliert aber seine normale Farbe und ist grau-braun verfärbt. Die Konservierungsflüssigkeit weist starke Schimmelbildung auf und starken flockigen Bodensatz. Am 8. 3. hat das Fleisch einen säuerlich muffigen, schimmligen, unangenehmen Geruch, ist von weicher Konsistenz, nur gering gequollen und hat im Innern eine schöne, rote, frische Farbe.

Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum, Staphylokokken.
Kochprobe, Das Fleisch schmeckt fade und ist schwer kaubar.

Versuchsergebnis: Nach 17 tägiger Konservierung ist das Fleisch nicht durch Fäulnis verdorben, weist aber derartige Veränderungen an Geschmack, Geruch und Farbe auf, daß es nur noch als minderwertiges Nahrungsmittel bezeichnet werden kann.

Versuch 25.

Konservierungsflüssigkeit: 5%ige Kochsalzlösung.

Material: Wie in Versuch 24.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,23.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt wird das Fleisch am 17. 2. Am 20. 2. ist die Lake umgeschlagen und das Fleisch lakefaul.

Bakteriolog. Unters.: Starkes Keimwachstum.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 4 Tagen lakefaul

Versuch 26.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Salzsäurelösung mit 5 % Nitritpökelsalz.

Material: Wie in Versuch 24.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,18.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt wurde das Fleisch am 17. 2. Die Konservierungsflüssigkeit wird trüb, zeigt starke Schimmelbildung und stark flokkigen Bodensatz. Das Fleisch quillt leicht, die bindegewebigen Teile stärker, und ist am 6. 3. außen grau-grün verfärbt, hat aber im Innern rote, frische Farbe und weist unangenehmen, strengen, widerlichen Geruch auf.

Bakteriolog. Unters.: Gering keimhaltig (2 Kolonien) Staphylokokken.

Versuchsergebnis: Das Fleisch erleidet nach 17 Tagen derartige Veränderungen an Farbe, Geruch und Konsistenz, daß es als verdorben anzusehen ist.

Versuch 27.

Konservierungsflüssigkeit: 5%ige Nitritpökelsalzlösung.

Material: Wie in Versuch 26.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,21.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wurde am 17.2. eingelegt und war am 20. 2., da Lake umgeschlagen war, lakefaul.

Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum, Staphylokokken.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 4 Tagen lakefaul.

Versuch 28.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäurelösung mit 7,5 % Kochsalz.

Material: Fleisch von gesunder, gut genährter Kuh, 2 Tage alt.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,01.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wurde am 24. 2. eingelegt. Die Konservierungsflüssigkeit wird trüb, weist starke Schimmelbildung auf und flockigen Bodensatz. Das Fleisch ist am 6. 3. äußerlich gequollen, das Bindegewebe stärker. Die Farbe des Fleisches ist grau-braun, im Innern hat es normale Farbe und weist widerlich kahmigen Geruch auf.

Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum, Staphylokokken.
Keine Kochprobe.

Versuchsergebnis: Nach 11tägiger Konservierung ist das Fleisch infolge seines widerlichen, kahmigen Geruchs als verdorben zu bezeichnen.

Versuch 29.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäurelösung mit 7,5 % Nitritpökelsalz.

Material: Wie in Versuch 28.
pH des Fleisches v. d. K.: 6,01.
Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 24. 2. eingelegt. Im Verlaufe des Versuchs wird die Pökelflüssigkeit trübe, stark schimmelig und bildet flockigen Bodensatz. Das Fleisch quillt leicht, hat grau-grüne Farbe und matschige Konsistenz. Im Innern hat das Fleisch normale Farbe und ist nicht gequollen. Am 6. 3. weist das Fleisch kahmigen, süßlichen, leicht faulen Geruch auf.

Bakteriolog. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum, Staphylokokken und Streptokokken

Versuchsergebnis: Nach 11 tägiger Konservierung ist das Fleisch verdorben.

Versuch 30.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäurelösung mit 10 % Kochsalz.

Material: Rindfleisch, vor 14 Tagen geschlachtet. Ernährungszustand: Gut.

pH des Fleisches v. d. K.: 6,23.
Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt wurde das Fleisch am 19. 2. Die Konservierungsflüssigkeit wird trüb, weist Schimmelbildung und starken flockigen Bodensatz auf. Am 6. 3. ist das Fleisch leicht gequollen von fast normaler aber etwas hellroter Farbe und riecht stark kahmig.

Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum.

Kochprobe: Fleisch kocht stark zusammen, schmeckt zähe und fad.

Versuchsergebnis: Nach 15-tägiger Konservierung muß das Fleisch auf Grund seines Aussehens und Geruches als verdorben bezeichnet werden.

Versuch 31.

Konservierungsflüssigkeit: 0,1%ige Salzsäurelösung mit 10 % Nitritpökelsalz.

Material: Wie in Versuch 30.

Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt wurde das Fleisch am 19. 2. Die Konservierungsflüssigkeit wird trüb, bildet flockigen Bodensatz, zeigt aber kaum Schimmelbildung. Das Fleisch ist am 6. 3. stark gequollen und aufgelockert, außen grau-grünlich verfärbt, im Innern normal rot. Der Geruch ist unangenehm säuerlich.

Bakteriolog. Unters.: Geringes Keimwachstum, Staphylokokken.

Versuchsergebnis: Nach 15tägiger Konservierung ist das Fleisch derart im Geruch und Aussehen verändert, daß es als verdorben zu bezeichnen ist.

Versuch 32.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Salzsäurelösung mit 10 % Kochsalz.

Material: Kuhfleisch, geschlachtet vor 10 Tagen. Ernährungszustand: Mittelmäßig.

pH des Fleisches v. d. K.: 6,17.

Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 12. 2. eingelegt. Die Konservierungsflüssigkeit wird trüb, schimmelig, und bildet flockigen Niederschlag. Das Fleisch quillt nicht, verliert etwas an Farbe, ist im Innern aber normal rot gefärbt. Am 6. 3. weist das Fleisch leicht kahmigen Geruch auf und riecht am 13. 3. unangenehm nach Schimmel.

Bakteriolog. Unters. am 6. 3.: Negativ.

Kochprobe am 13. 3.: Fleisch schmeckt salzig sauer, ist sehr zähe, kocht stark zusammen.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist nach 30tägiger Konservierung nicht verdorben, aber nach Aussehen und Geschmack nicht mehr für den menschlichen Genuß geeignet.

Versuch 33.

Konservierungsflüssigkeit: 10%ige Kochsalzlösung.

Material: Wie in Versuch 32.

Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 12. 2. eingelegt. Am 17. 2. riecht das Fleisch unangenehm, am 18. 2. ist die Lake umgeschlagen und das Fleisch offensichtlich verdorben.

Bakteriolog. Unters.: Geringgradiges Keimwachstum.

Versuchsergebnis: Das Fleisch ist am 6. Tage lakefaul.

Versuch 34.

Konservierungsflüssigkeit: 0,2%ige Salzsäurelösung mit 10 % Nitritpökelsalz.

Material: Wie in Versuch 32.

pH des Fleisches v. d. K.: 6,17.

Temperatur: 16—18° C.

Das Fleisch wird am 12. 2. eingelegt. Die Konservierungsflüssigkeit wird trübe, zeigt Schimmelbildung, und bildet flokkigen Bodensatz. Das Fleisch quillt, ist von dunkelgrün-brauner Farbe und riecht nach Schimmel.

Bakteriolog. Unters. am 6. 3.: Geringgradiges Keimwachstum, 6 Kolonien.

Kochprobe: Fleisch kocht stark zusammen, schmeckt zähe und fade.

Versuchsergebnis: Nach 23tägiger Konservierung ist das Fleisch nach Geschmack und Farbe als verdorben und ungeeignet für den menschlichen Genuß zu betrachten.

Versuch 35.

Konservierungsflüssigkeit: 10 % Nitritpökelsalzlösung.

Material: Wie in Versuch 34.

Temperatur: 16—18° C.

Eingelegt wird das Fleisch am 12. 2. und ist am 18. 2. verdorben, da die Lake umgeschlagen ist.

Bakteriolog. Unters.: Mittelgradiges Keimwachstum.

Versuchsergebnis: Nach 6 Tagen ist das Fleisch lakefaul.

E. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

1. Über die bakterizide Wirkung der Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure.

Milchsäure hat in wässeriger 0,3%iger Lösung innerhalb 24 Stunden Abtötung der Staphylokokken erzielt, dagegen nicht mehr in 0,2%iger Konzentration. In eiweißhaltigen Medien ist zur Erzielung der Abtötung eine 0,5%ige Lösung nötig, die ebenfalls innerhalb 24 Stunden abtötend wirkt. 2%ige und 1%ige Milchsäurelösungen erzielen schon nach dreistündiger Einwirkung Abtötung in wässeriger Lösung. Bei Anwesenheit von Eiweiß tötet die 1%ige Konzentration erst nach 24 Stunden ab. Die Versuchsergebnisse stimmen im wesentlichen mit den von Menge-Krönig mitgeteilten überein, nur hat in meinen Versuchen die 1%ige Lösung schon nach 3 Stunden abgetötet, anstatt in 6 Stunden nach den Angaben von Menge-Krönig. Keine Übereinstimmung ist vorhanden mit der von Lübbert gefundenen wachstumshemmenden Konzentration von 0,23 % gegenüber einer 0,5%igen nach meinen Untersuchungen.

Durch die Kombination Milchsäure-milchsaures Silber wird eine Verstärkung der bakteriziden Wirkung in wässeriger Lösung erzielt. In den Versuchen mit der Kombination Milchsäure-milchsaures Silber (1:20 000) hat sogar die 0,05%ige Lösung innerhalb 24 Stunden Abtötung erzielt. Mit milchsaurem Silber 1:40 000 hat die 0,5%ige Konzentration nach 48 Stunden abgetötet. Bei Anwesenheit von Eiweiß ist aber die keimtötende Wirkung dieser Kombination bedeutend geringer und nicht besser als die mit Essigsäure und Salzsäure allein erzielte. Berücksichtigt man nun einerseits die verhältnismäßig geringe bakterizide Wirkung dieser Kombination bei Bouillonzusatz und andererseits den hohen Preis des milchsauren Silbers, so erscheint diese Kombination für Konservierungszwecke wenig vorteilhaft. Ebenso wird durch die Kombination Milchsäure-Kaliumpermanganat keine der stärkere bakterizide Wirkung erzielt als mit Milchsäure allein. Für Konservierungszwecke kommt nach meinen Versuchen, wenn nicht Essigsäure oder Salzsäure wegen der besseren bakteriziden Wirkung und wegen des geringeren Preises vorgezogen werden, eine 0,5%ige Milchsäurelösung in Frage.

Essigsäure tötet in 0,2%iger Konzentration nach 48stündiger Einwirkung die Staphylokokken ab. Bei Zusatz von Bouillon dagegen tötet die 0,3%ige Lösung erst nach 48stündiger Einwirkung ab. Die 1%ige Lösung hat wie Milchsäure innerhalb 3 Stunden in wässeriger Lösung und bei Bouillonzusatz nach 24stündiger Einwirkung Abtötung erreicht. Die 0,3%ige Lösung hat in meinen Versuchen wachstumshemmend auf die Staphylokokken gewirkt. Es besteht auch hierin keine Übereinstimmung mit den Angaben von Lübbert, nach dessen Untersuchungen eine 0,11%ige Konzentration

wachstumshemmend gewirkt haben soll. Die Überlegenheit der Essigsäure gegenüber der Milchsäure geht aus den angestellten Versuchen deutlich hervor. Für Konservierungszwecke scheint die 0,3-%ige Lösung geeignet zu sein. Durch die Kombination Milchsäure-Essigsäure 1 : 1 tritt eine bessere keimtötende Wirkung ein als mit Milchsäure allein. Gegenüber Essigsäure ist aber eine wesentliche Verschlechterung zu beobachten. Bei dieser Kombination hat die 0,4%ige Lösung wachstumshemmend gewirkt, während mit Essigsäure allein derselbe Effekt mit einer 0,3%igen Lösung erreicht wird. Hieraus geht hervor, daß diese Kombination bezüglich der bakteriziden Wirkung keine Vorteile bietet.

Die Salzsäure stimmt in ihrer keimtötenden Wirkung mit der Essigsäure im wesentlichen überein. Bei Bouillonzusatz ist wie bei der Essigsäure eine 0,3%ige Lösung notwendig, um Abtötung zu erreichen, nur mit dem Unterschied, daß die Salzsäure schon innerhalb 24 Stunden abtötet, während die Essigsäure 48 Stunden benötigt. Keine Übereinstimmung besteht nach meinen Ergebnissen mit den Angaben von Kabrehl, wonach eine Konzentration von 0,19 % die Staphylokokken schon nach 50 Minuten abtötet. Durch Kochsalz bezw. Nitritpökelsalz-Zusatz zur Salzsäure wird die bakterizide Wirkung erhöht. Nach den von mir angestellten Versuchen scheint für Konservierungszwecke entweder eine 0,3%ige Salzsäurelösung allein oder mit 5 % Kochsalz- bezw. Nitritpökelsalz-Zusatz, oder eine 0,2%ige Salzsäurelösung mit 10 % Kochsalzzusatz geeignet zu sein.

2. Über die konservierenden Eigenschaften von Milchsäure, Essigsäure und Salzsäure.

In 0,05%ige und 0,1%ige Milchsäurelösung bei einer Temperatur von 16—18° C eingelegtes Fleisch ist bereits nach 4 bzw. 5tägiger Konservierung sinnfällig verdorben, während das in 0,3-%iger und 0,5%iger Lösung aufbewahrtes Fleisch erst nach 8 bzw. 7tägiger Konservierung Verderbnis erkennen läßt. Bei einer Temperatur von 2—5° C in 0,3%iger und 0,5%iger Milchsäurelösung aufbewahrtes Fleisch ist dagegen nach 42 bzw. 35tägiger Konservierung noch nicht verdorben, aber nach Geschmack, Aussehen usw. als minderwertig zu bezeichnen. In diesen Versuchen ist für die lange Haltbarkeit des Fleisches die niedrige Aufbewahrungstemperatur ausschlaggebend gewesen. In sämtlichen mit Milchsäure angestellten Versuchen weist die Konservierungsflüssigkeit starke Schimmelbildung auf, das Fleisch ist gequollen, von unansehnlicher Farbe und fadem unangenehmem Geschmack.

Die konservierenden Eigenschaften der Essigsäure sind etwas günstiger als die der Milchsäure, vor allem ist die Schimmelbildung nicht so stark. In 0,1%iger Essigsäurelösung ist das Fleisch nach 5 Tagen verdorben, in 0,2%iger Lösung aber erst nach 12tägiger Konservierung. Mit 0,3%igen und 0,5%igen Essigsäurelösungen sind die Ergebnisse nicht besser, als die mit Milchsäure gleicher

Konzentration erzielten. Das mit Essigsäure konservierte Fleisch ist von unangenehmem Geschmack, saftlos, sehr trocken und zähe und hat leichten Essiggeschmack.

Durch die Kombination Milchsäure-Essigsäure 1:1 werden keine wesentlich besseren Ergebnisse erzielt. Ebenso erweist sich die Kombination Milchsäure-milchsaures Silber, obwohl von außerordentliche bakterizider Kraft in wässerigen Lösungen in vitro, für die Konservierung von Fleisch nicht geeignet.

Salzsäure in 0,1%iger Konzentration vermag Fleisch bei einer Temperatur von 16—18° C 3 Tage lang voll genußfähig und wohlschmeckend zu erhalten, und in 0,3%ige bzw. 0,5%ige Lösung eingelegtes Fleisch ist erst nach 11 bzw. 14tägiger Konservierung verdorben. In 0,1%ige Salzsäurelösung eingelegtes Fleisch ist nach 14tägiger Konservierung bei einer Temperatur von 2—5 °C noch nicht verdorben, aber trocken und saftlos und von unangenehmem Geschmack.

Die Kombination Salzsäure-Kochsalz bzw. Nitritpökelsalz hat die beste Wirkung erzielt. In einer 0,2%igen Salzsäurelösung mit 10 % Kochsalzzusatz ist das Fleisch nach 30tägiger Konservierung bei 16—18° C noch nicht verdorben, außen von unscheinbarem Aussehen, das durch starke Schimmelbildung der Konservierungsflüssigkeit noch erhöht wird. In der Mitte ist aber noch die normale, frische Fleischfarbe vorhanden. Ein Zusatz von 10 % Nitritpökelsalz zu 0,2%iger Salzsäurelösung hat ungefähr dieselbe bakterizide Wirkung wie diejenige von Kochsalz, nur mit dem Unterschied, daß die Nitrite dem Fleisch ein grau-grünes bis hellgrünes Aussehen verleihen. Die günstige Wirkung der Kombination Salzsäure 0,2%ig und Kochsalz 10 % ist nicht dem Kochsalz allein zuzuschreiben, wie in Versuch 33 nach Einlegen von Fleisch in 10%ige Kochsalzlösung bewiesen worden ist. Schon nach 6 Tagen war dieses Fleisch lakefaul.

Für die Konservierungsversuche wurde eine Temperatur von 16—18° C gewählt, um die Versuchsdauer abzukürzen. Daß die Säure bei Temperaturen um 0° C eine bedeutend längere Konservierung gewährleisten, ist durch die bei 2—5° C angestellten Versuche erwiesen. Beachten muß man hierbei aber, daß niedere Temperaturen allein schon durch Keimhemmung konservierend wirken. Trotz der nicht unbeträchtlichen Desinfektions- und Konservierungskraft der Säuren dürften sie kaum praktischen Wert für die Fleischkonservierung besitzen, da ihnen vor allem die Eigenschaft fehlt, dem Fleische die frische rote Farbe und die normale Konsistenz zu erhalten. Schon nach kurzer Zeit verliert das in die Konservierungsflüssigkeit eingelegte Fleisch die normale rote Farbe, wird unansehnlich, quillt mehr oder weniger auf und schmeckt nach längerer Konservierung unangenehm fade und trocken.

Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

	4 %	2 %	1 %	0,6 %	0,5 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,1 %	0,05 %	0,01 %
ilchsäure in wässriger Lösung		3	3		24		24	+++	+++	+++	+++
ilchsäure bei Anwesenheit von 0 % Bouillon		3	24		24		+++	+++	+++	+++	+++
mmungsversuch m. Milchsäure		24	24		24H		+++	+++	+++	+++	+++
ilchsaures Silber 1 : 20000 + ilchsäure					3		24		24	24	
ilchsaures Silber 1 : 20000 + ilchsäure bei 10 % Bouillon .					24		24		+++	+++	
ilchsaures Silber 1 : 40000 + ilchsäure					24		24		24	48	
ilchsaures Silber 1 : 40000 + ilchsäure bei 10 % Bouillon .					24		+		+++	+++	
ilchsaures Silber 1 : 10000 + ilchsäure					24		48		+++	+++	
MnO_4-Lösung 1 : 20000 + ilchsäure					24		24		+++	+++	
MnO_4-Lösung 1 : 20000 + ilchsäure bei 10 % Bouillon .					24		++		+++	+++	
sigsäure in wässriger Lösung			3		24		24	48	+++	+++	
sigsäure bei 10 % Bouillon .			24		24		48	+++	+++	+++	
mmungsversuch m. Essigsäure		24	24		24		48H	+++	+++	+++	
MnO_4-Lösung 1 : 20000 + sigsäure					24		24		+++	+++	
MnO_4-Lösung 1 : 20000 + sigsäure bei 10 % Bouillon .					24		48		+++	+++	
ilchsäure und Essigsäure 1 : 1 wässriger Lösung	3	3	24	24		48		+++	+++		
ilchsäure und Essigsäure 1 : 1 10 % Bouillon	3	24	24	24		+++		+++	+++		
mmungsversuch m. Milchsäure Essigsäure 1 : 1		24	24	24		24H		+++	+++		
lzsäure in wässriger Lösung			3		3		24	24	+++	+++	
lzsäure bei 10 % Bouillon .			3		24		24	+++	+++	+++	
mungsversuch mit Salzsäure			3		24		24H	++	+	+	
% Kochsalzlösung + Salz- ure							3	24	48	+++	
% Kochsalzlösung + Salz- ure bei 10 % Bouillon . . .							24	48	+++	+++	
% Nitritpökelsalz + Salz- ure							24	24	+	+++	
% Nitritpökelsalz + Salz- ure bei 10 % Bouillon . . .							24	48	+++	+++	
% Kochsalzlösung und Salz- ure							3	24	+++	+++	
% Kochsalzlösung + Salzsäure 10 % Bouillon							24	+++	+++	+++	
% Nitritpökelsalz u. Salzsäure							24	24	+++	+++	
% Nitritpökelsalz u. Salzsäure 10 % Bouillon							24	+++	+++	+++	

Zahlen geben die Abtötungszeit nach Stunden an. +++ = Keimwachstum bei allen Versuchszeiten. H = Hemmung

F. Schlußsätze.

1. Die untersuchten Säuren haben sich bezüglich ihrer Bakterizidie, die Milchsäure in 0,5%iger, die Essigsäure und Salzsäure in 0,3%iger Lösung, zu Konservierungszwecken als geeignet erwiesen.

2. Für Fleisch kommt die Säurekonservierung weniger in Frage, da als Nebenerscheinungen Verfärbung des Fleisches, Quellung und fader Geschmack zu beobachten sind.

3. Die vorstehend genannten Abweichungen sind bei Essigsäure am geringsten.

5. Bei der Konservierung mit Säuren ist die Kaltlagerung des konservierten Materials von großer Bedeutung.

5. Bei Temperaturen von 16—18° C wachsen Schimmelpilze in wenigen Tagen selbst auf 0,5%igen Säurelösungen. Ebenso schreitet das Wachstum der Fäulnisbakterien innerhalb weniger Tage fort und führt zur Verderbnis des eingelegten Materials.

6. Wenn auch nicht für die Konservierung von Fleisch, so sind die vorstehenden Untersuchungen vielleicht doch für die Konservierung anderer Lebensmittel und Futtermittel von gewisser Bedeutung. Insbesondere erscheinen Säuren als Zusätze zu Eis geeignet zu sein, die Verderbnis der damit gekühlten Stoffe zu verzögern.

Am Schlusse meiner Ausführungen danke ich Herrn Schlachthofdirektor Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller für die Überlassung des Themas und seine jederzeit gern gewährte Unterstützung.

Literatur-Verzeichnis.

1. Bamberger, J.: Beitrag zur Behandlung der Meningitis epidemica. M. m. W. 1916, S. 1501.
2. Behring: Über Desinfektionsmittel und Desinfektionsmethoden. Zschrft. f. Hyg. Bd. 9, S. 414.
3. v. Darany und Buzna: Über die Verwendung von Staphylokokken bei Desinfektionsversuchen. Zschrft. f. Hyg. 1926, Bd. 105, S. 560.
4. Edelmann, R.: Lehrbuch der Fleischhygiene. Verlag: Gustav Fischer, Jena 1903, S. 88, S. 108.
5. Emmerich: Über die Behandlung und Konservierung von rohem Fleisch. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 1900/01, S. 206.
6. Fröhner, Eugen: Arzneimittellehre für Tierärzte. Verlag: Ferd. Enke, Stuttgart, 12. Auflage, 1921.
7. Fuhrmann, Fr.: Die Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. Verlag: Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien 1927, S. 417.
8. Glage: Versuche über die Lebenszähigkeit der Finnen. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 1896, S. 231.
9. Grafe, V.: Handbuch der organischen Warenkunde. Verlag: Poeschel, Stuttgart, 1928.
10. Gruber: Zentralblatt für Bakteriologie 1892, Bd. 11.
11. Günther, G.: Kompendium der Arzneimittellehre für Tierärzte. Verlag: Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien 1927, S. 65, S. 223.
12. Hailer:: Versuche über die entwicklungshemmenden und keimtötenden Eigenschaften verschiedener Säuren. Arb. Kais. Ges. A. 1911, Bd. 36, S. 297.
13. Hall, J.: Ref. Zentralblatt f. Bakt. I. Abt. Bd, 73, S. 538, 1922,
14. Kahlfeld-Wahlich: Bakteriologische Nährbodentechnik, 2. Auflage, Berlin 1929.
15. Klimmer, M.: Technik der Methodik d. Bakteriologie und Serologie. Verlag: Springer, Berlin 1923.
16. Kolle, Kraus und Uhlenhuth: Staphylokokken. Bd. IV 1. S. 438 ff.
17. Laubenheimer: Phenol und seine Derivate (Habilitationsschrift) Gießen 1909.
18. Lübbert: Biologische Spaltpilzuntersuchungen, Würzburg 1886.
19. Mecklenburg, W.: Kurzes Lehrbuch der Chemie. Verlag: Friedrich Vieweg, Braunschweig 1924.

20. Menge-Krönig: Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Ztschrft. f. Hyg. 1897. Bd. 25, S. 1.

21. von Ostertag, R.: Handbuch der Fleischbeschau. Verlag: Ferd. Enke, Stuttgart, 1922.

22. van Oyen, C. F.: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration, pH, des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Ztschrft. für Fleisch- und Milchhyg. 1933, Bd. 43, S. 429—431, S. 449—454.

23. Postolka, Aug.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Fleischhyg. Verlag. Braumüller, Wien-Leipzig, 1922.

24. Schern und Becker: Über die Genußtauglichkeit des experimentell m. Paratyphus-Bakterien (Fleischvergiftern) infizierten Fleisches n. d. Behandlung m. Säuren D. T. W. Nr. 28, 1922,

25. Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. Berlin, 1932, Verlag: R. Schoetz.

26. Schneidemühl, Gg.: Die animalischen Nahrungsmittel. Verlag: Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien 1928.

27. Sokolowski, A.: Krankheiten der in Gefangenschaft lebenden wilden Tieren. Stang-Wirth. Tierheilk. u. Tierzucht. Bd. VII. S. 73.

28. Standfuß, R.: Bakteriologische Fleischbeschau. Berlin 1927, 2. Auflage.

29. Tallgren, H.: Konservierung von Fleisch in frischem Zustande. Ztschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1936, S. 29.

Lebenslauf.

Am 24. Dezember 1909 wurde ich, Otto L i n d, als Sohn des Tierarztes Julius L i n d und seiner Ehefrau Berta geb. Möller in Echzell geboren. Dortselbst besuchte ich von Ostern 1916 bis Ostern 1920 die Volksschule, trat dann in das Gymnasium zu Friedberg ein und legte dort im Herbst 1930 die Reifeprüfung ab. Ich widmete mich nun dem Studium der Veterinärmedizin in Gießen, wo ich am 9. Dezember 1935 die tierärztliche Fachprüfung bestand.

Im Anschluß daran absolvierte ich im Schlachthof zu Gießen einen dreimonatigen Fleischbeschaukursus und erhielt am 31. März 1936 die Approbation als Tierarzt. Seit dieser Zeit bin ich teils zu Hause bei meinem Vater, teils in Gießen zu meiner weiteren Ausbildung tätig gewesen.